MILANO 4 MUNICIPIO

MUNICIPIO 4

Comune di Milano



Le acque di Milano



mercoledì 7 ottobre 2026

ore 18:00 - 20:00

L'acqua potabile, un bene da gestire con grande cura

Casa di Quartiere - via Zante 36

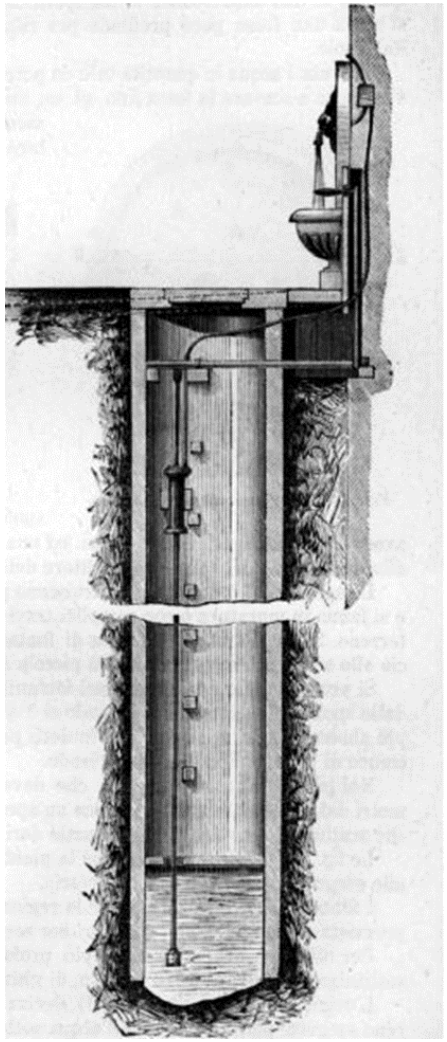
Relatore: **Fabio Marelli - MM SpA**

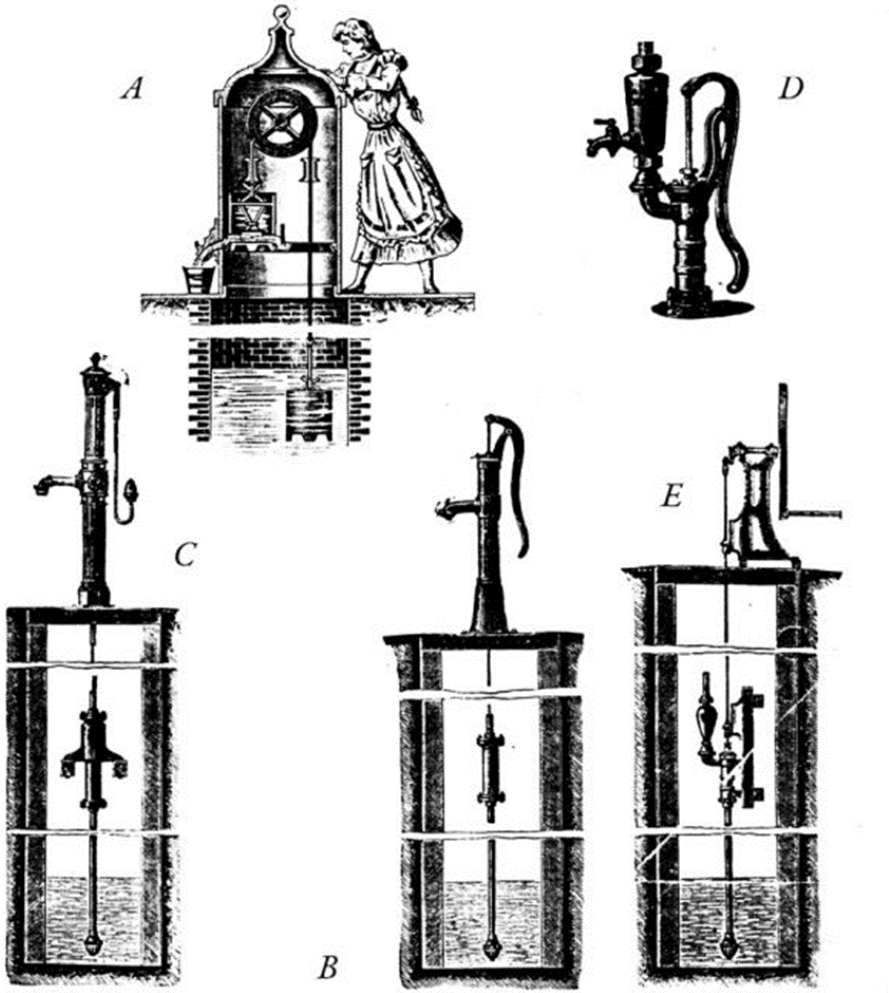
ACQUA POTABILE UN BENE DA GESTIRE CON GRANDE CURA

- Acquedotto a Milano: Storia e sviluppo
- Acquedotto a Milano : L’innovazione tecnologica
- Acquedotto a Milano : Acqua sicura e controllata



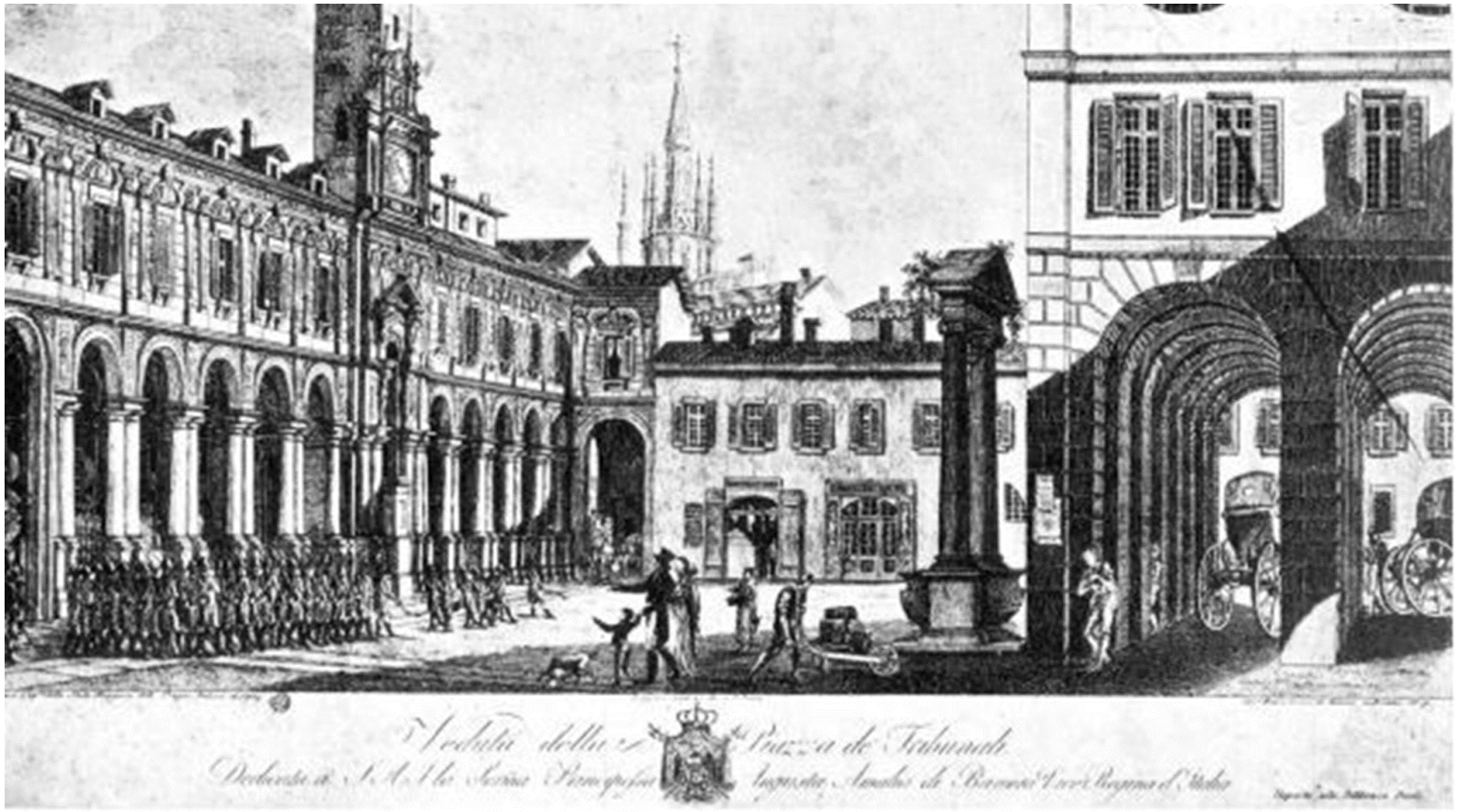





A
D
C
E
B









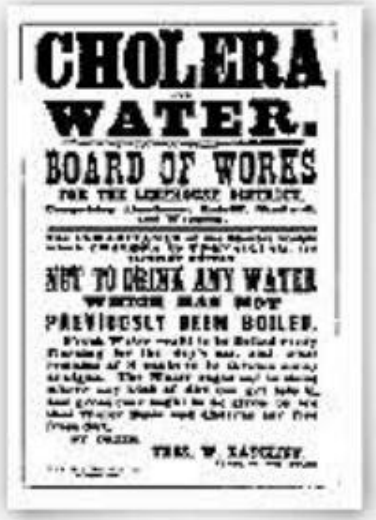
La città industriale

- Nella seconda metà del XIX secolo, sotto la spinta dello sviluppo industriale le principali città europee subiscono un rapido incremento della popolazione.
- Lo sviluppo urbano aggrava i problemi igienico sanitari già presenti nelle città preesistenti con la conseguente diffusione di gravi epidemie.

Colera:

- ✓ Londra 1854;
- ✓ Parigi 1858;
- ✓ Firenze 1832 e 1848;
- ✓ Napoli 1884.

Londra 1855 : the ***«Great stink»***




FARADAY GIVING HIS CARD TO FATHER THAMES;
And we hope the Dirty Fellow will consult the learned Professor.

Si impone la necessità di realizzare gli interventi di risanamento salvaguardia della salute pubblica

BMJ readers choose sanitation as greatest medical advance since 1840

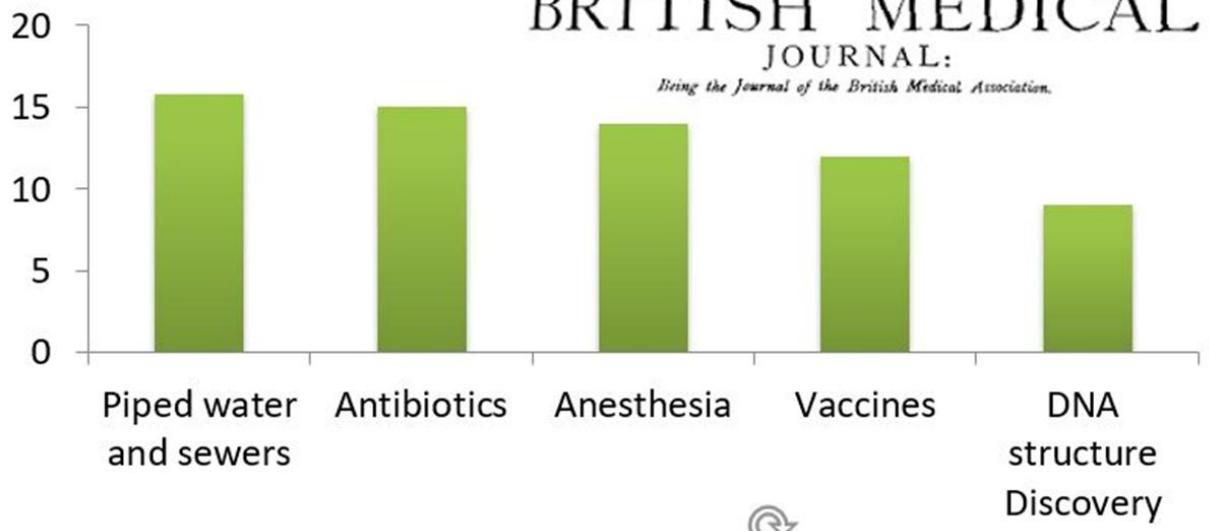
Annabel Ferriman BMJ

More than 11 300 readers of the *BMJ* chose the introduction of clean water and sewage disposal—"the sanitary revolution"—as the most important medical milestone since 1840, when the *BMJ* was first published. Readers were given 10 days to vote on a shortlist of 15 milestones, and sanitation topped the poll, followed closely by the discovery of antibiotics and the development of anaesthesia.

The work of the 19th century lawyer Edwin Chadwick, who

BMJ | 20 JANUARY 2007 | VOLUME 334

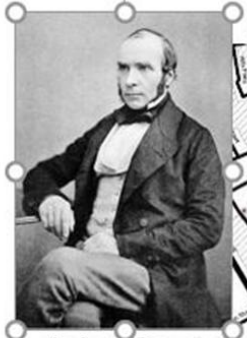
BRITISH MEDICAL JOURNAL:
Being the Journal of the British Medical Association.




Edwin Chadwick


Ignác Semmelweis


Robert Koch


John Snow

Cholera map of London



MILANO:

A fronte dello sviluppo urbano si affermano due esigenze:

- pianificare lo sviluppo urbano;
- salvaguardare la salute della popolazione.

Incremento abitanti		
1801	1861	1901
135.000	192.000	490.000

In città si sviluppa un vivace dibattito per definire un Piano Regolatore che affronti anche le esigenze igienico sanitarie:

- 1883 La Giunta Comunale conferisce l'incarico di predisporre il Piano Regolatore all'Ufficio Tecnico (sensibilmente potenziato);
- 1888/9 viene approvato il **Piano Beruto**.

  - impronta fondamentale allo sviluppo della città.
  - molta attenzione ai problemi igienico-sanitari:
    - copertura dei corsi d'acqua inquinati dagli scarichi (Redefossi, Vettabbia, Seveso, Borgognone);
    - realizzazione di un efficiente sistema fognario;
    - costruzione del nuovo acquedotto pubblico



ORIGINI DELL'ACQUEDOTTO

Il sottosuolo di Milano è ricchissimo di acque sotterranee e, nel corso dei secoli i suoi abitanti hanno potuto procurarsi l'acqua con facilità.

Bonvesin de la Riva, nel suo ***«De Magnalibus Mediolani»*** del 1288 ne decanta la qualità:

«dentro la città non vi sono cisterne né condutture di acque che vengano da lontano, ma acque vive, naturali, mirabilmente adatte a esser bevute dall'uomo, limpide, salubri, a portata di mano, mai scarseggianti anche se il tempo è asciutto, e tanto abbondanti che in ogni casa appena decorosa vi è quasi sempre una fonte di acqua viva, che viene chiamata pozzo»



- fino alla prima metà del XIX secolo questa situazione era rimasta sostanzialmente immutata
- tuttavia, i pozzi, poco profondi, erano facilmente contaminabili, come dimostrarono le analisi eseguite opportunamente;
- nasce l'urgenza di dotare la città di un Acquedotto sicuro.

1877 - la Giunta Comunale delibera la realizzazione di un nuovo acquedotto pubblico: vengono presentati ben 13 progetti

differiscono sulla risorsa scelta:

- acqua di sorgente, derivata da corpi superficiali a monte della città;
- acque sotterranee.

1881 - prevale il progetto della Società Condotte d'acqua che prevede la derivazione di circa 1 m3/sdalle sorgenti del Brembo.

Il progetto è abbandonato a causa delle proteste della Provincia di Bergamo

(Antonio Stoppani scriverà «L'Iliade Brembana»).



1887 - Il Comune promuove un nuovo bando: pervengono 22 proposte progettuali; nessuno dei progetti viene accettato dalla Commissione Tecnica;

1888 - prevale la proposta **dell'Ufficio Tecnico Municipale** (Ing. Felice Poggi):

utilizzo dell'acqua di falda presente nel sottosuolo cittadino

1888 - vengono scavati i primi due pozzi al Parco Sempione in prossimità dell'Arena:

l'acqua prelevata, protetta da infiltrazioni superficiali da strati di argilla presenti tra i 20 e 30 m, risulta di ottima qualità!

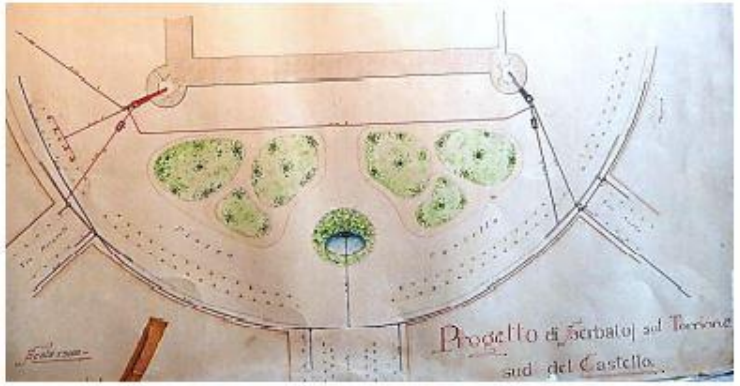
1889 - viene costruito il primo impianto di pompaggio: **Arena**

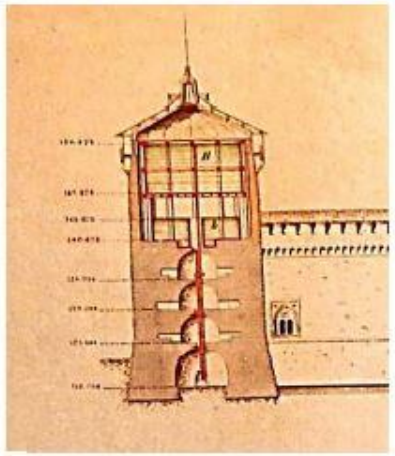
costituirà il prototipo che determinò l'impostazione tecnica del sistema

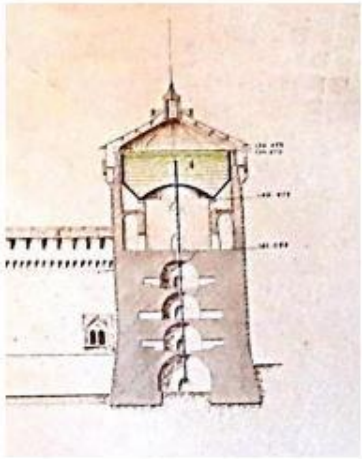
6 pozzi (i 2 sperimentali più 4 nuovi); 2 motrici a vapore; pompe a pistone

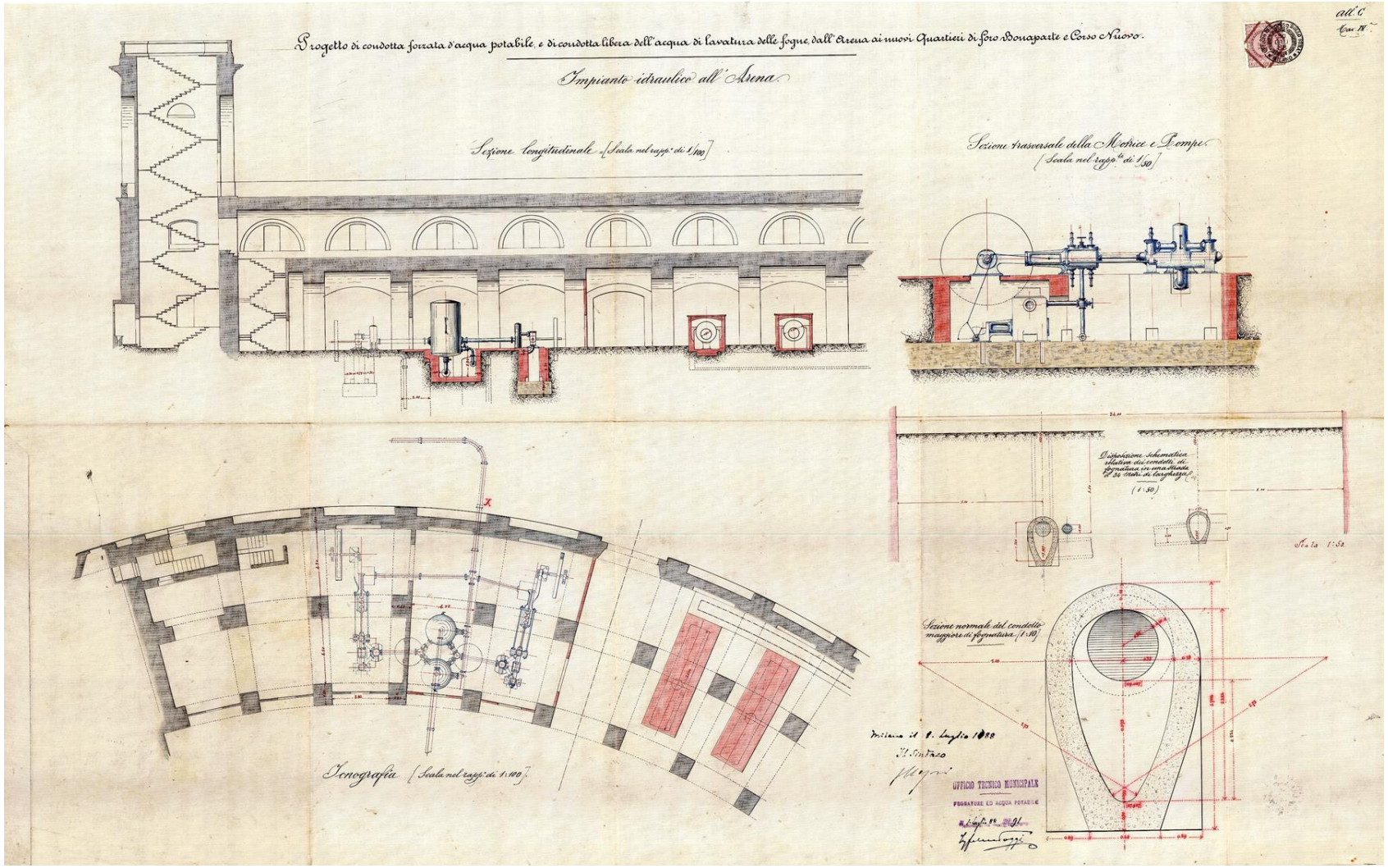
Portata di 140 l/s destinata all'alimentazione del nuovo quartiere di P.zza Castello, Foro Bonaparte e via Dante

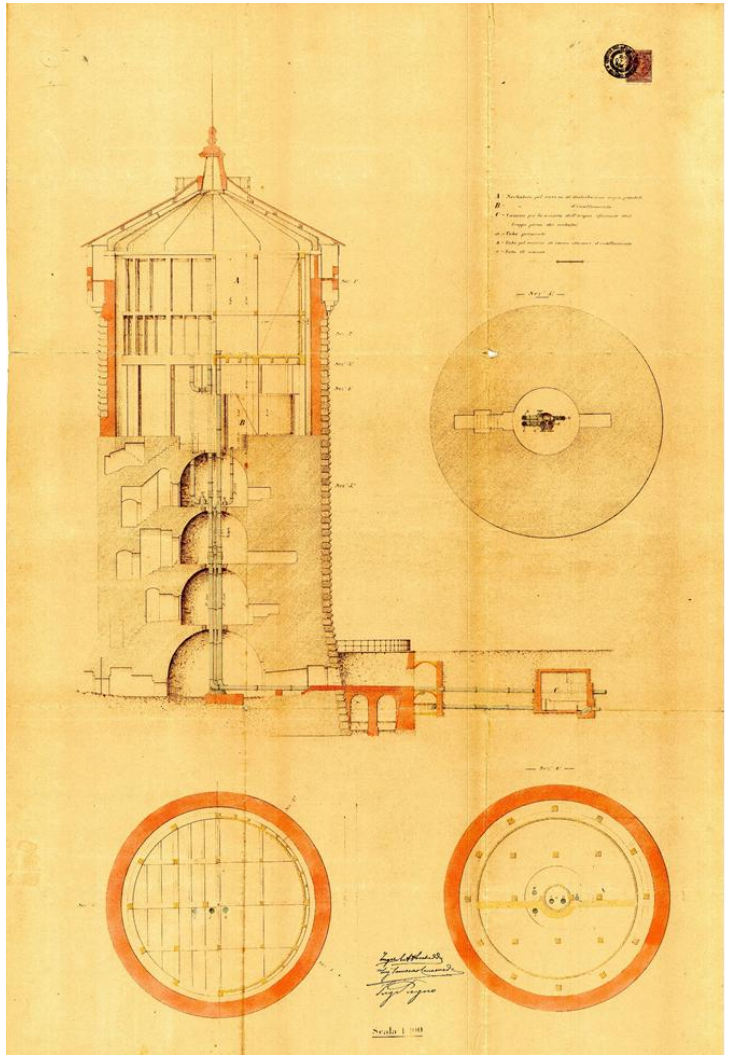
Per regolare la pressione vennero realizzati due serbatoi all'interno dei torrioni del castello, in acciaio e in calcestruzzo (1903 – 1906)

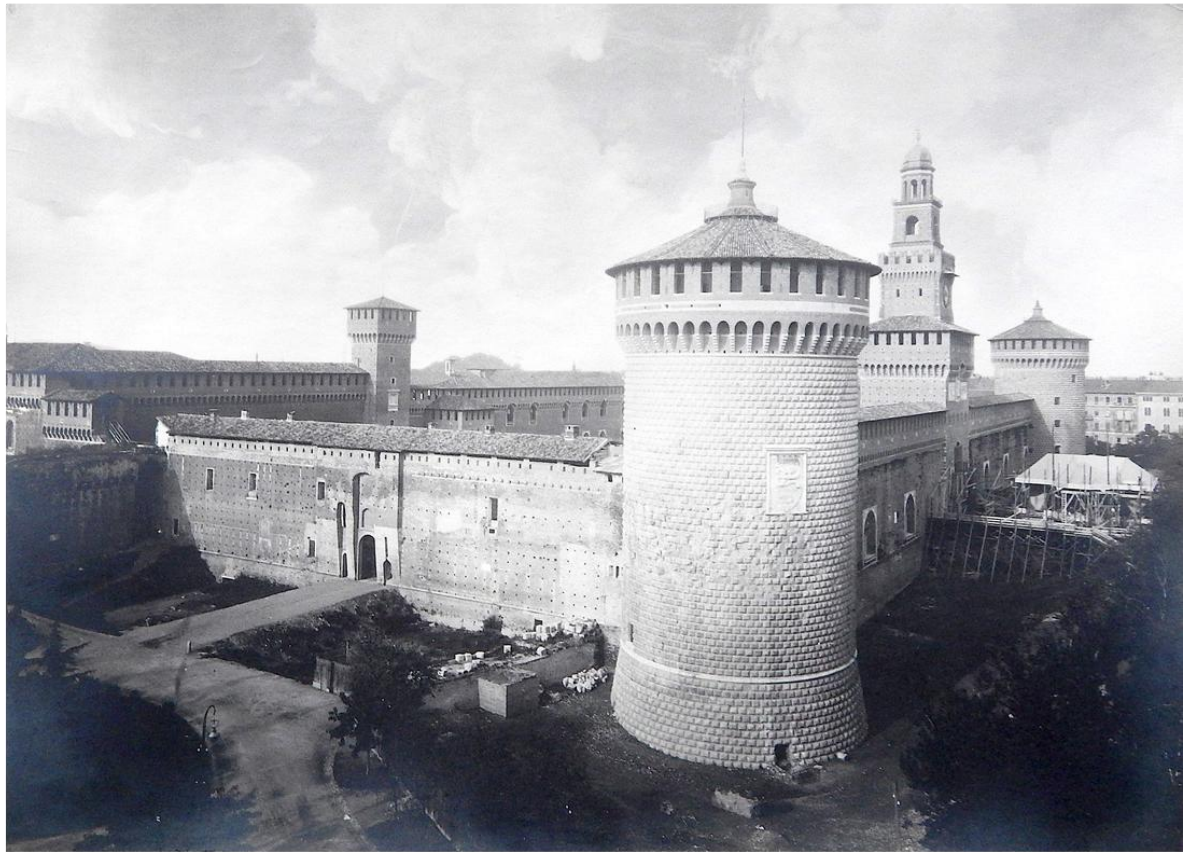







Progetto di condotta forzata d'acqua potabile, e di condotta libera dell'acqua di lavatura delle fogne dall'Arena ai nuovi Quartieri di Foro Bonaparte e Corso Nuovo.
Impianto idraulico all'Arena
Sezione longitudinale [Scala nel rapp.to di 1/100]
Sezione trasversale della Motrice e Pompe [Scala nel rapp.to di 1/50]
Pianta [Scala nel rapp.to di 1/100]
Sezione normale del condotto maggiore di fognatura (1:10)
Milano il 8. Luglio 1888
UFFICIO TECNICO MUNICIPALE
FOGNATURE ED ACQUA POTABILE



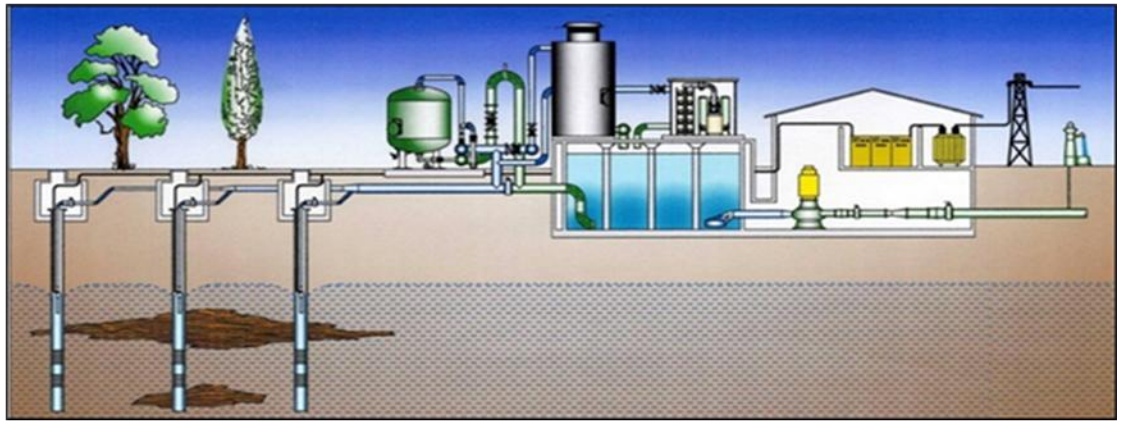












1898 - viene realizzata una nuova centrale al rondò **Cagnola** (P.zza Firenze)

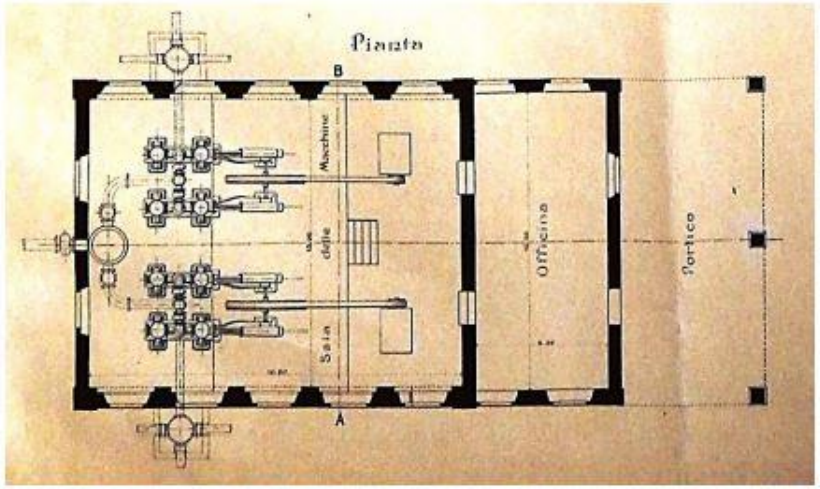
1900 - entra in funzione la **Centrale Parini** *(Bastioni P.ta Venezia)*

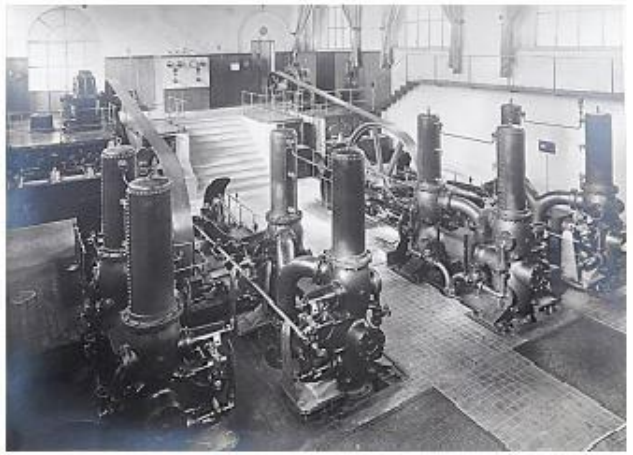
Centrali	Potenzialità l/s	L. Rete (km)	Stabili allacciati	Consumo (m3/a)
3	410	134	3.293	7.600.000



Centrale Cagnola

schema dell'impianto





1908 - viene totalmente ristrutturato e potenziato l'impianto Arena: **Centrale Parco**

- pompe centrifughe azionate da motori elettrici

(l'acqua veniva risucchiata dai pozzi, immessa in due autoclavi che alimentavano le elettropompe che la immettevano direttamente in rete)

1910 - Sviluppo degli impianti

Centrali	Pozzi	Potenzialità l/s	L. Rete (km)	Utenze
10	87	2.690	279	9.087



Perforazione Pozzo



Cenisio 1906



Loreto (Marcello) 1901



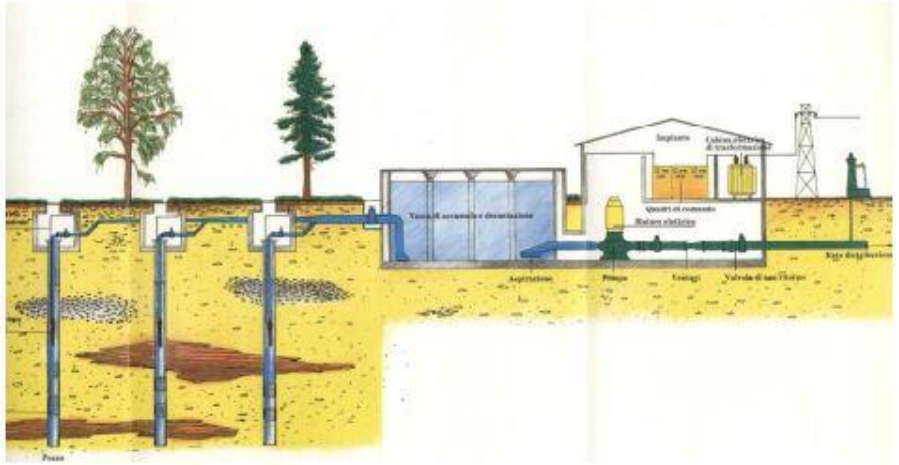
Comasina 1909

1928 - in conseguenza dell'abbassamento della falda si apportarono alcune **significative modifiche al sistema**

- si installano elettropompe nei pozzi *(si abbandona il pescaggio in aspirazione)*
- l'acqua viene accumulata in vasche che alimentano gli impianti di pompaggio in rete

Vantaggi:

- Possibilità di accumulo dell'acqua
- Separazione delle particelle di sabbia presenti nell'acqua prelevata dai pozzi



Nel corso degli anni '50 vennero realizzate tre centrali (Platone, Testi e S. Teresa) alimentate da pozzi radiali, ma l'efficienza degli impianti venne compromessa dall'abbassamento della falda intervenuto successivamente.

Lo sviluppo dell'acquedotto procede di pari passo con quello della città.

Anno	Centrali	Pozzi	Acqua distribuita (Mm3)	L. Rete (km)	Utenze
1928	17	331	100,9	553	19.214
1940	28	432	133,2	810	24.509
1980	40	590	295,6	2.072	45.237
1988	34	457	291,9	2.223	48.959



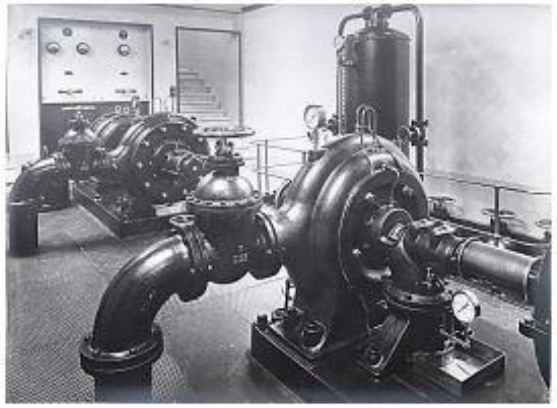















La rete di distribuzione

è costituita da un insieme di **circuiti chiusi** (maglie), all'interno dei quali l'acqua può circolare nei due sensi.

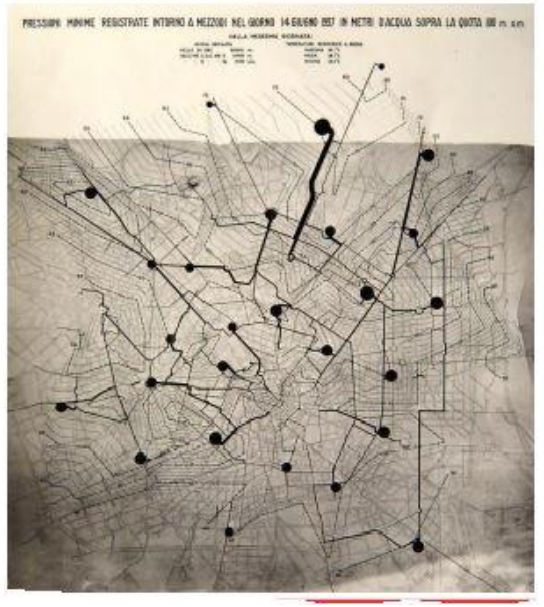
Vantaggi del sistema:

- favorisce l'uniformità dei carichi (in termini di pressioni e portate) da punto a punto della rete,
- facilità gli interventi in caso di rottura di un tratto di condotta senza dovere interrompere l'erogazione nelle altre parti della rete
- capacità di sopportare prelievi straordinari mantenendo carichi minimi accettabili.

Le tubazioni sono prevalentemente in ghisa grigia, sferoidale o acciaio e variano tra gli 80 e i 1200 mm







46 Centrali principali dell'Acquedotto:

1889, Centrale di pompaggio Arena, viale Elvezia (dismessa nel gennaio 1909)
1890, Centrale di pompaggio Parini, via Giuseppe Parini (dismessa l'8.11.1907)
1897, Centrale di pompaggio Rondò Cagnola, rondò Luigi Cagnola (dismessa il 31.8.1956)
1902, Centrale di pompaggio Benedetto Marcello (Loreto), via Benedetto Marcello n. 1 (dismessa)
1903, Centrale di pompaggio Bastioni Venezia, Bastioni di Porta Venezia (dismessa il 13.8.1935)
1904, Centrale di pompaggio Armi, viale Cassiodoro n. 14 (attiva)
1906, Centrale di pompaggio Cenisio, via Cenisio n. 39 (dismessa nel 1988)
1906, Centrale di pompaggio Vercelli, piazza Piemonte (dismessa)
1908, Centrale di pompaggio Parco, viale Elvezia (attiva)
1909, Centrale di pompaggio Comasina, via Luigi Menabrea n. 28 (attiva)
1913, Centrale di pompaggio Maggiolina, via Stresa n. 29 (dismessa)
1915, Centrale di pompaggio Anfossi, via Augusto Anfossi n. 40 (attiva)
1919, Centrale di pompaggio Italia, viale Emilio Alemagna (attiva)
1921, Centrale di pompaggio Trotter, via Giuseppe Giacosa n. 44 (dismessa)
1924, Centrale di pompaggio Beatrice d'Este, viale Beatrice d'Este n. 21 (attiva)
1925, Centrale di pompaggio Indipendenza (Plebisciti), piazza Dateo (dismessa)
1926, Centrale di pompaggio Palestro, via Palestro (dismessa)
1926, Centrale di pompaggio Crema, via Crema (dismessa)
1927, Centrale di pompaggio Napoli, piazza Napoli (dismessa)
1929, Centrale di pompaggio Espinasse, viale Carlo Espinasse n. 116 (dismessa)
1929, Centrale di pompaggio Sforza, via Ascanio Sforza n. 91 (dismessa nel 1965)
1930, Centrale di pompaggio Poggi, via Orcagna n. 2 (dismessa)
1930, Centrale di pompaggio Martini, viale Enrico Martini n. 4 (attiva)
1930, Centrale di pompaggio Tonezza (Carriera), via Tonezza n. 1 (attiva)
1932, Centrale di pompaggio Gorla, via Aristotele n. 28 (attiva)
1933, Centrale di pompaggio Bastioni Porta Nuova, Piazzale 25 Aprile n. 4 (dismessa)
1935, Centrale di pompaggio Cantore, piazzale Antonio Cantore (attiva)
1937, Centrale di pompaggio Suzzani, viale Giovanni Suzzani n. 121 (attiva)
1939, Centrale di pompaggio Ovidio, piazza Ovidio n. 2 (attiva)
1948, Centrale di pompaggio San Siro, via degli Ottoboni n. 24 (attiva)
1949, Centrale di pompaggio Crescenzago, viale don Luigi Orione (attiva)
1951, Centrale di pompaggio Feltre, via Feltre n. 40 (attiva)
1953, Centrale di pompaggio Platone, via Anassagora n. 33 (dismessa)
1954, Centrale di pompaggio Testi, viale Fulvio Testi (dismessa)
1957, Centrale di pompaggio Santa Teresa, via don Carlo San Martino n. 10 (dismessa)
1958, Centrale di pompaggio Abbiategrasso, piazza Abbiategrasso (attiva)
1962, Centrale di pompaggio Vialba, via Otranto n. 67 (attiva)
1963, Centrale di pompaggio Salemi, via Salemi n. 21 (attiva)
1963, Centrale di pompaggio Chiusabella, via Giacomo Quarenghi n. 16 (attiva)
1966, Centrale di pompaggio Baggio, via Castrovillari (attiva)
1968, Centrale di pompaggio Cimabue, via Cimabue (attiva)
1969, Centrale di pompaggio Padova, via Padova 400 (attiva)
1977, Centrale di pompaggio Linate, via Rimembranze – Peschiera Borromeo (attiva)
1980, Centrale di pompaggio Novara, via Novara 300 (attiva)
1985, Centrale di pompaggio Assiano, via Cusago n. 28 (attiva)
2000, Centrale di pompaggio Lambro, via Casoria n. 16 (attiva)

42 Centrali minori dell'Acquedotto:

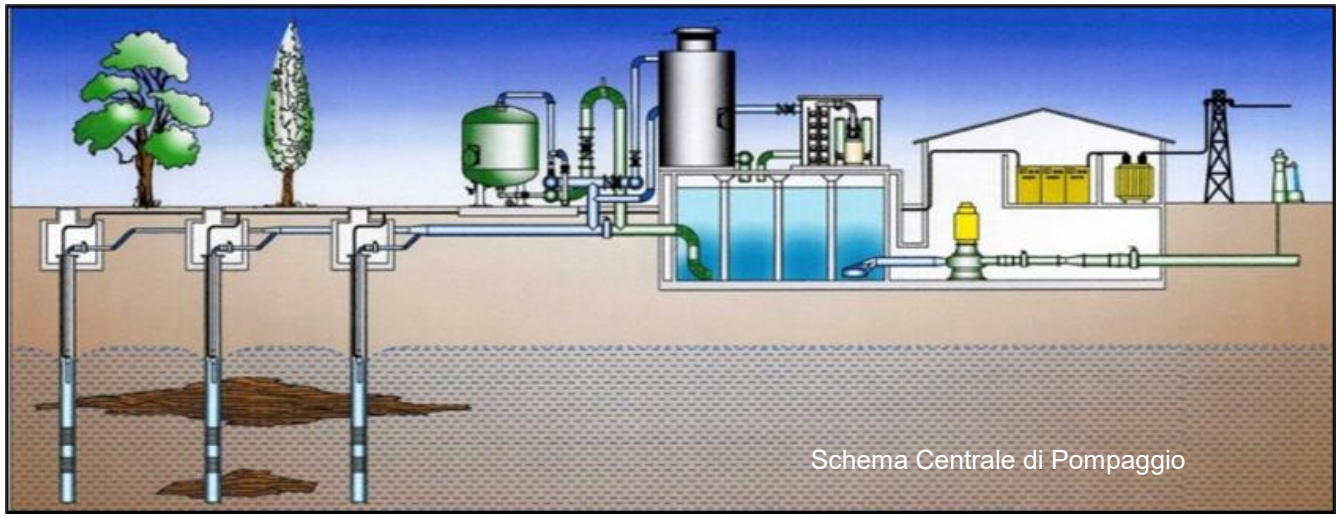
1906, Centralina di pompaggio Pellico 8, via Silvio Pellico n. 8 (dismessa)
1918, Centralina di pompaggio Monforte, viale Luigi Majno (dismessa il 4.10.1926)
1923, Centralina di pompaggio Giardini, via Daniele Manin (dismessa il 31.12.1958)
1923, Centralina di pompaggio Leonardo da Vinci, via Ascanio Sforza n. 91 (dismessa il 31.12.1959)
1924, Centralina di pompaggio Pellico 2, via Silvio Pellico n. 2 (dismessa il 7.2.1938)
1925 (data per costruita nel 1917) Centralina di pompaggio Musocco, piazzale Cimitero Maggiore (dismessa)
1932 Centralina di pompaggio Affori, indicata come ubicata in piazza Litta n. 2 (dismessa)
1933, Centralina di pompaggio Bicocca, viale Sarca n. 230 (attiva)
1937, Centralina di pompaggio Chiaravalle, via San Bernardo n. 19 (dismessa)
1940, Centralina di pompaggio San Cristoforo, via Giambellino n. 150 (dismessa)
1940, Centralina di pompaggio Vialba, via Pier Francesco Cittadini (dismessa il 29.11.1962)
1940, Centralina di pompaggio San Siro (provvisoria), via degli Ottoboni (dismessa il 12.8.1948)
1948, Centralina di pompaggio Baggio, via delle Forze Armate n. 387 (dismessa)
1948, Centralina di pompaggio Lugano, viale Luigi Bodio n. 24 (dismessa nel 1965)
1949, Centralina di pompaggio Centro, via Larga n. 12 (dismessa)
1951, Centralina di pompaggio Marescalchi, via Ferdinando Marescalchi (dismessa il 31.12.1964)
1954, Centralina di pompaggio Inganni, via Angelo Inganni (dismessa)
1955, Centralina di pompaggio Castelli, piazza Pompeo Castelli (dismessa)
1955, Centralina di pompaggio De Lemene, via Francesco De Lemene (dismessa)
1955, Centralina di pompaggio Prealpi, piazza Prealpi (dismessa il 3.11.1966)
1957, Centralina di pompaggio Po, piazza Po (dismessa)
1957, Centralina di pompaggio Toscana, viale Toscana (dismessa)
1957, Centralina di pompaggio Ticinese, piazzale delle Milizie (dismessa)
1957, Centralina di pompaggio Gasparri, piazza Pietro Gasparri (dismessa il 10.2.1965)
1957, Centralina di pompaggio Gratosoglio, via Gratosoglio n. 29 (dismessa)
1958, Centralina di pompaggio Jenner, viale Edoardo Jenner (dismessa)
1958, Centralina di pompaggio Figino, via Lucio Cornelio Silla n. 50 (dismessa)
1959, Centralina di pompaggio Sand, via George Sand (dismessa)
1959, Centralina di pompaggio Sauro, viale Nazario Sauro (dismessa)
1959, Centralina di pompaggio Bruzzano, via dei Braschi n. 12 (dismessa)
1959, Centralina di pompaggio Trenno, via Lampugnano 145 (dismessa)
1960, Centralina di pompaggio Corsico, via Vincenzo Monti - Corsico (attiva)
1960, Centralina di pompaggio Assietta, via Assietta (dismessa)
1960, Centralina di pompaggio Ronchetto, via Manduria (dismessa)
1961, Centralina di pompaggio Macconago, via Macconago n. 2 (dismessa)
1961, Centralina di pompaggio Quintosole, via Quintosole n. 40 (dismessa)
1961, Centralina di pompaggio Muggiano, via Muggiano 16 (dismessa)
1962, Centralina di pompaggio Cantalupa, Autostrada dei Fiori (dismessa)
1962, Centralina di pompaggio Baggio (provvisoria), via Castrovillari (dismessa il 3.1.1966)
1964, Centralina di pompaggio Quinto Romano, via Mario Caio (dismessa)
1964, Centralina di pompaggio Linate, via dell'Aviazione (dismessa)
1976, Centralina di pompaggio Corsico (seconda), piazza della Libertà - Corsico (attiva)





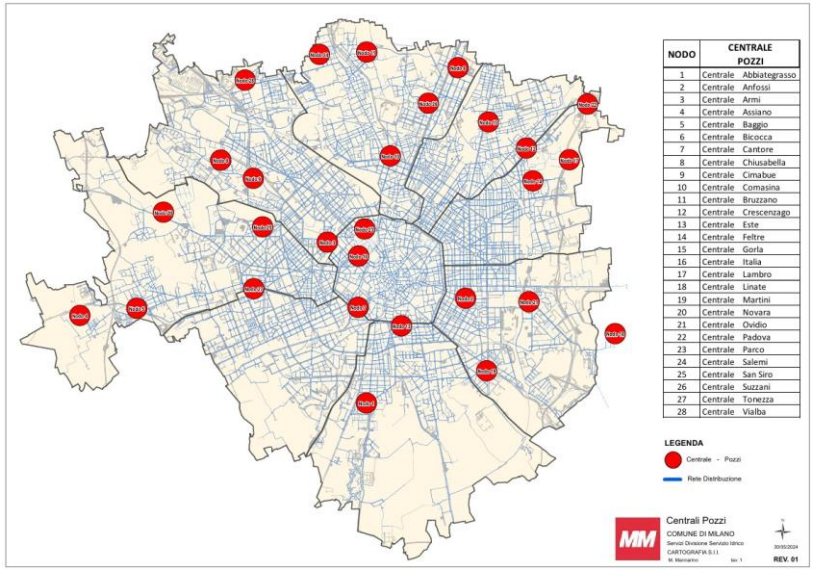
Anno	Acqua Pompata (Mm3)	Personale
1930	107,6	385
1940	133,2	410
1950	191,5	563
1960	283,6	766
1970	346,2	836
1975	329,2	823
1980	295,6	767
1988	291,9	616

Quadro generale dell'Acquedotto di Milano


Schema Centrale di Pompaggio



- Pozzi: **584**
- Centrali di pompaggio: **28**
- Impianti di trattamento: **29**
- Filtri a carboni Attivi: **27**
- Torri di aerazione: **1**
- Osmosi inversa: **1**
- Punti telecontrollo rete (P e Q): **343**

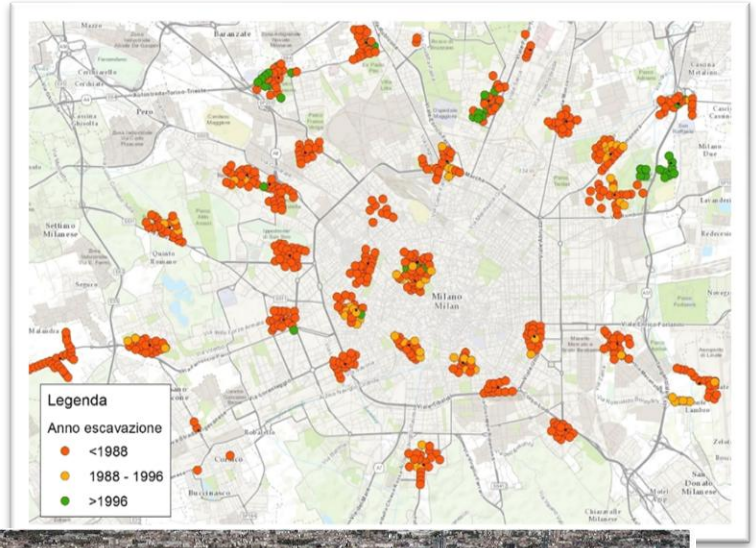


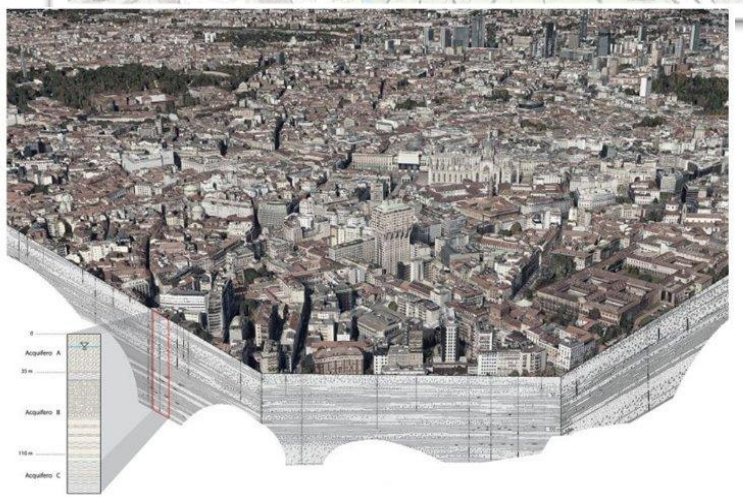
- Popolazione: **2.0M (0.7M fluttuanti)**
- Domanda: **202.537.607 Mm³/anno**
- Lunghezza Rete: **2,210 km**
- Diametro Tubazioni **DN 50/1,200 mm**
- Allacciamenti : **~50,000**

Esercizio Centrali



Le **28 centrali** attive, distribuite su tutto il territorio cittadino, sono gestite mediante un complesso sistema di **telemetria**, oggi integrato e ampliato con un **Decision Support System** (sistema automatico per la gestione e l'ottimizzazione del sistema acquedottistico), grazie al quale è possibile controllare e comandare l'avviamento dei **pozzi** e dei **gruppi di spinta** per sollevare l'acqua, e, quindi, regolare le **portate e le pressioni** così perseguire anche obiettivi di efficientamento energetico.
Le Centrali dell'Acquedotto presentano **impianti di trattamento** suddivisi tra **torri di aerazione, linee ad osmosi inversa, filtri e vasche a carbone attivo** (la quantità di carbone attivo installata per la filtrazione dell'acqua grezza proveniente dai pozzi è circa 7.250 metri cubi).



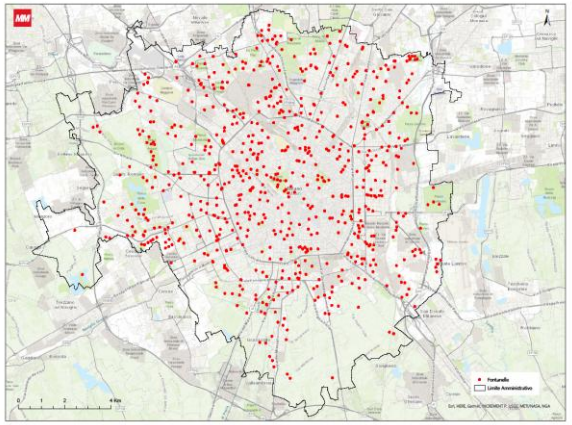


La captazione di acqua, in via esclusiva dalla falda, avviene attraverso **584 pozzi** suddivisi in "campi" pozzi Ad ogni impianto afferisce un numero di pozzi compreso tra 2 e 25 per un totale
I pozzi ad uso potabile attingono acqua principalmente dal secondo acquifero, con filtri posizionati ad un'altezza compresa tra 40 m e 140 m. Alcuni pozzi sono stati approfonditi ed attingono acqua dal secondo e terzo acquifero come quelli di più recente costruzione.
Le pompe sommerse sono posizionate a circa 40-50 metri di profondità e hanno una portata media di 25-35 litri al secondo. Il numero dei pozzi che vengono attivati varia in base alle richieste idriche nelle varie ore della giornata e/o a seconda delle stagioni
La conoscenza dell'assetto geologico del sottosuolo costituisce la base per qualsiasi valutazione riguardante le strutture acquifere milanesi.

L'archivio in numeri:
~3800 Stratigrafie digitalizzate
~800 Archivio storico acquedotto
~3000 Banca dati geologica sottosuolo (RL)
>50.000 orizzonti litologici catalogati
>250 km di perforazioni

Rete Acquedotto

Le **fontanelle** di Milano (dette "**vedovelle**" per l'incessante filo d'acqua paragonato al pianto di una vedova) sono realizzate in ghisa verde con bocca in ottone a forma di drago ispirata dagli scoli d'acqua piovana visibili sulle parti laterali del Duomo di Milano. L'erogazione di acqua a ciclo continuo è funzionale a prevenire la formazione di batteri, preservando freschezza e qualità e facilitando lo sfiato di eventuali sacche d'aria nelle tubazioni che possono causare mal funzionamenti lungo la rete. Inoltre, l'acqua non viene dispersa, ma raccolta in fognatura e portata ai depuratori, contribuendo all'irrigazione dei campi a sud di Milano

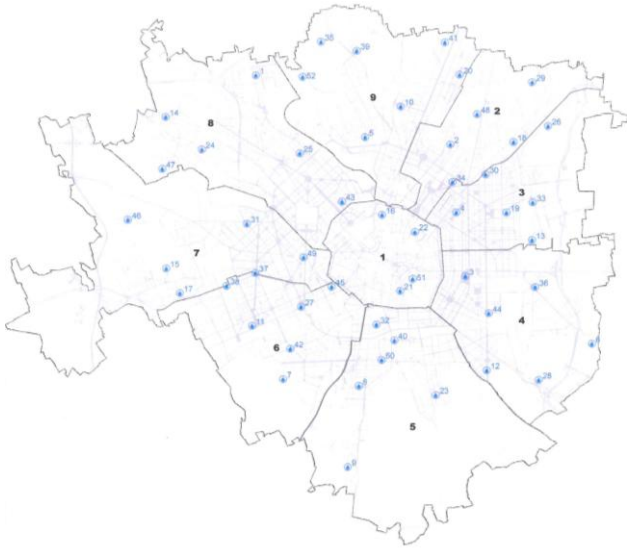




N. 54 Case dell'acqua distribuite sul territorio cittadino, che forniscono gratuitamente acqua fresca, liscia o frizzante ai cittadini, nel limite di 6 litri al giorno. Ogni Casa è dotata di lampada UV battericida al beccuccio di erogazione, di un impianto di illuminazione notturna a basso consumo (LED) e di telecamere di sicurezza contro gli atti vandalici.

CONSUMI CASE DELL'ACQUA NEL 2024

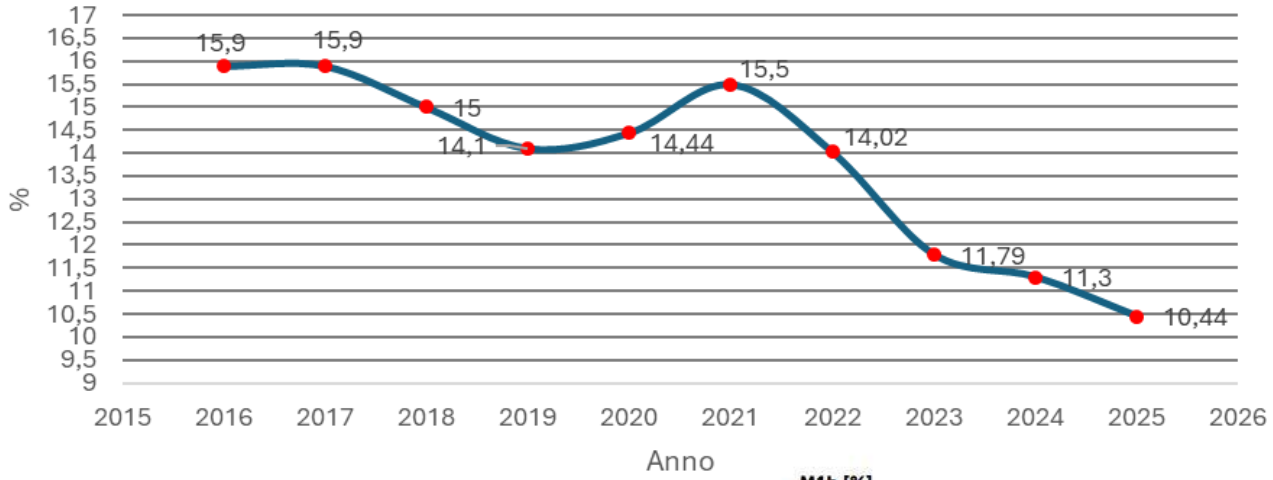
Acqua liscia erogata (litri)	*7.208.196*
Acqua gasata erogata (litri)	*4.866.842*
Totale acqua erogata (litri)	12.075.038
Kg CO_2 risparmiati	374.326
Kg PET risparmiati	322.001



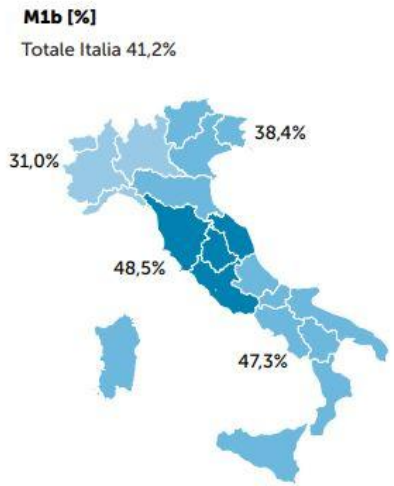


Quadro generale: le perdite idriche

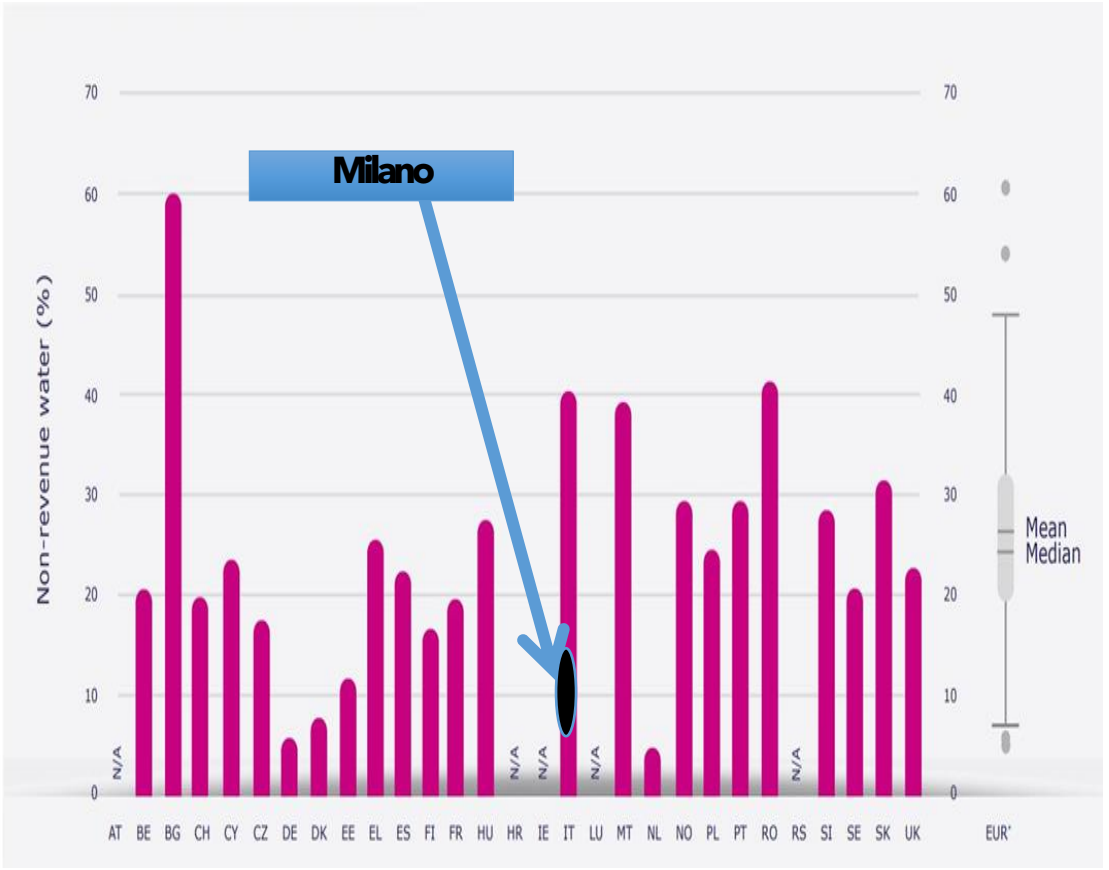
Dispersioni nella reti di distribuzione idrica a **Milano**: valori percentuali dal 2016 al 2025: **indice Arera M1b**



Dispersioni nella reti di distribuzione idrica per Regione: valori percentuali **indice Arera M1b Arera 2020**



Dispersioni nella reti di distribuzione idrica nazionali: valori percentuali fonte **EurEua 2021**

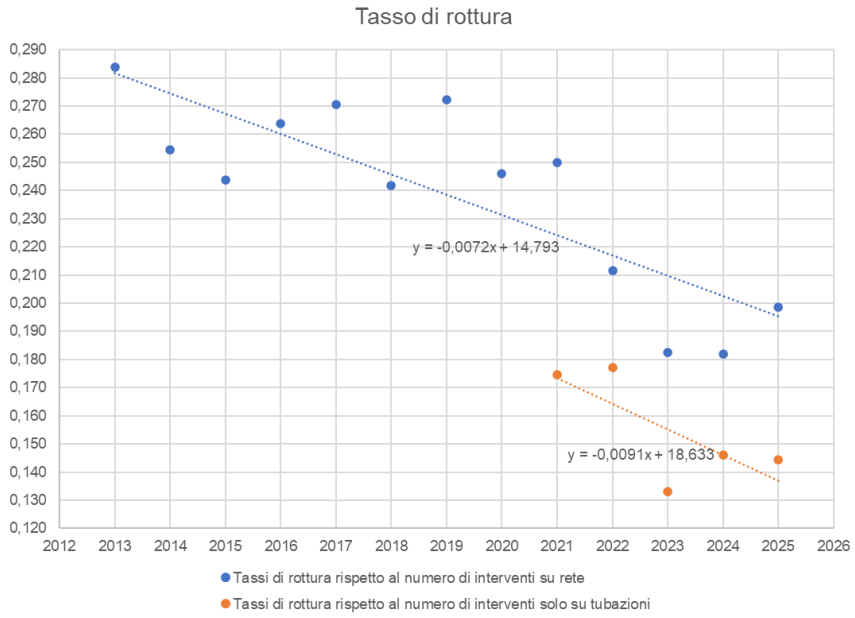


Quadro generale: tasso di rottura

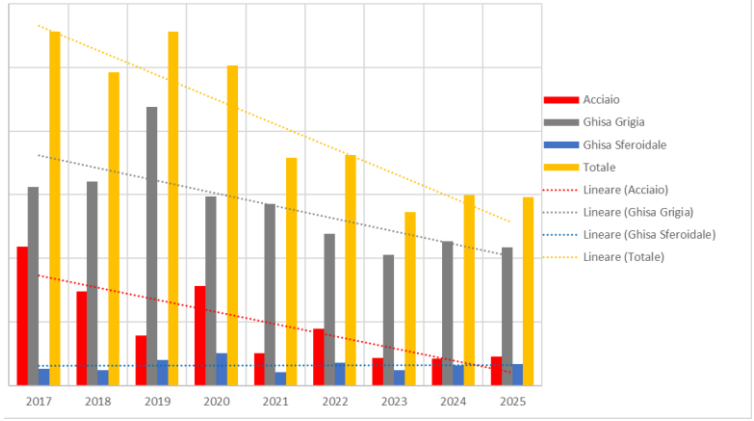


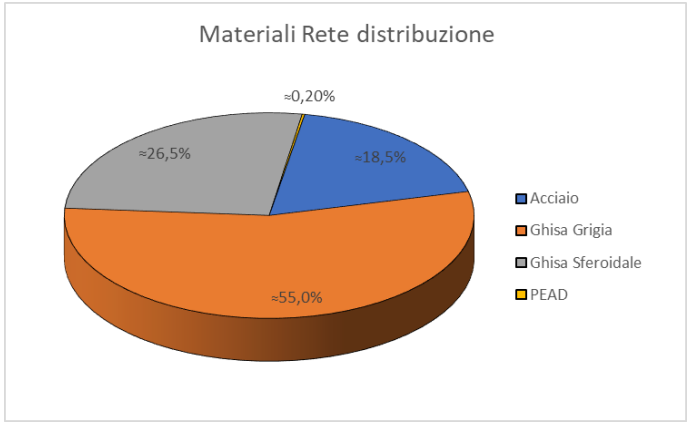
Tasso di rottura a **Milano**: numero rotture a km di rete dal 2013 al 2025

1) Suddivisione Rete (comprese valvole e idranti) e **Tubazioni**



2) Suddivisione Materiali (Ghisa Sferoidale, Ghisa Grigia e Acciaio)



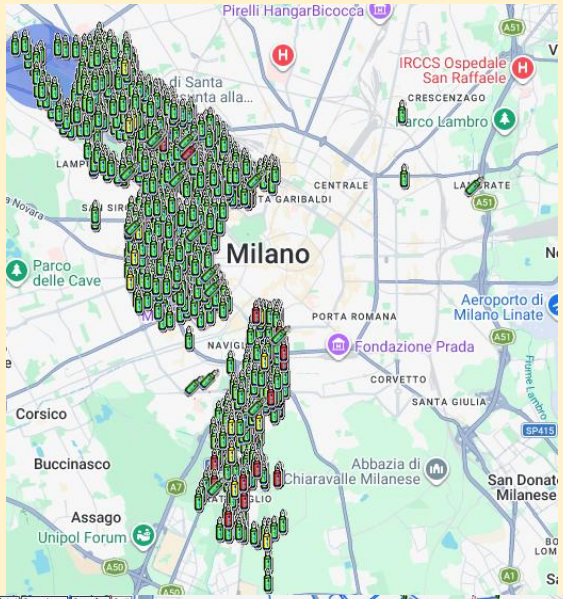


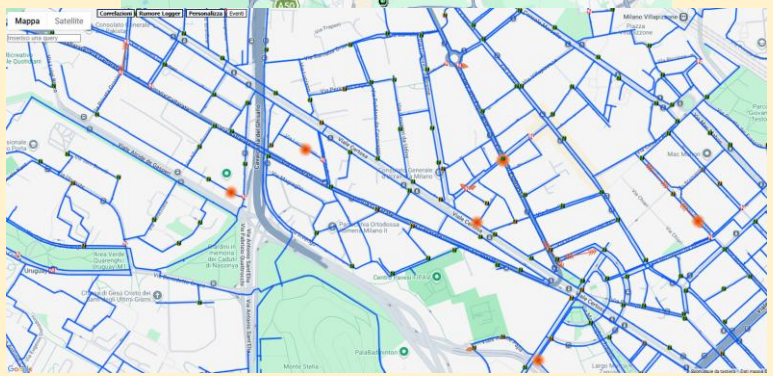


Azioni messe in atto

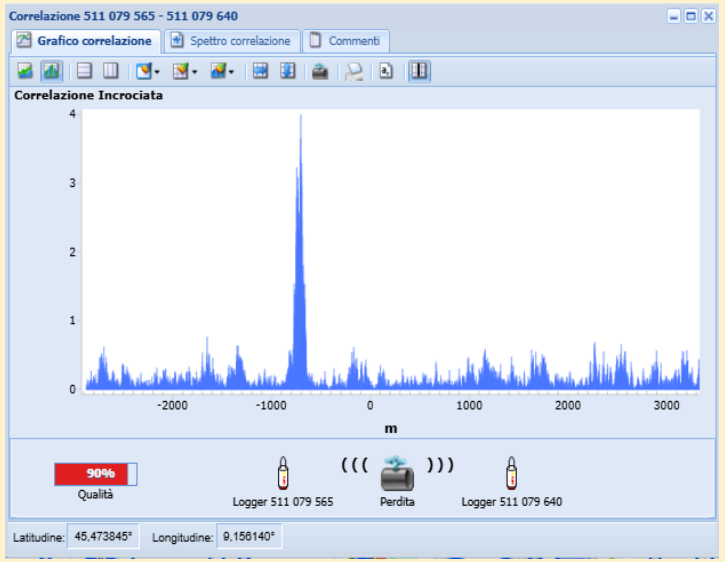
	RETE DI ADDUZIONE					RETE DI DISTRIBUZIONE								
	Attività per la riduzione delle perdite reali	Attività per la riduzione delle perdite apparenti				Attività per la riduzione delle perdite reali							Attività per la riduzione delle perdite apparenti	
	ISI: Implementazione sistemi informatici per adeguamento alla delibera 917/2017/R/Idr	**RPT ADD:** ricerca perdite su rete adduzione	**V&FM:** sostituzione di valvole e misuratori di portata nelle camerette pozzi	**TP:** sostituzione tubazioni mandata pozzi	**CFT:** Contatori flussi trattamento acque	**RPT < 450 mm:** ricerca perdite tubazioni di piccolo diametro	**RPT ≥ 450 mm:** ricerca perdite tubazioni di grande diametro	**OP:** ottimizzazione delle pressioni	**PN:** riduzione delle pressioni Notturne	**DSS:** Ottimizzazione delle pressioni in rete	**NET:** attività di sostituzione e rinnovamento rete acquedotto	**MR:** Mappa del rischio	**MUt:** monitoraggio utenze	**PFM:** maggiore precisione contatori (Flow Meters)
2017		x				x								
2018	x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x
2019	x	x	x			x		x	x		x		x	x
2020	x	x				x		x	x		x		x	x
2021	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x		x
2022	x		x	x	x			x	x	x	x	x		x
2023	x		x	x		x		x	x	x	x	x		x
2024	x		x	x		x		x	x	x	x	x		x
2025	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x

Le attività di ricerca in campo e Noise logger



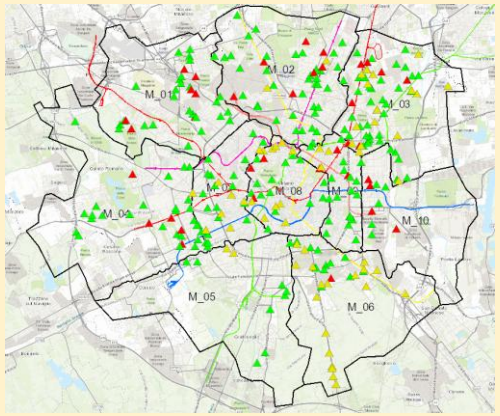


900 noise logger a rotazione su ciascuno dei 10 distretti virtuali.

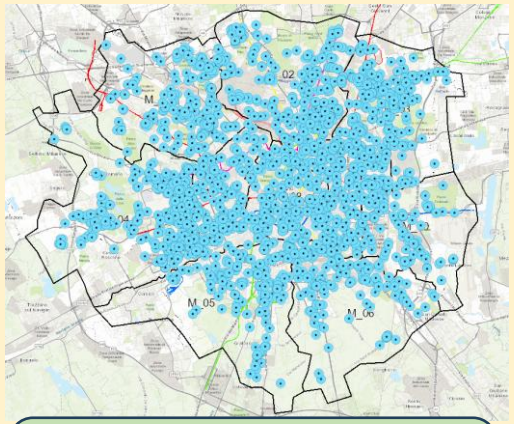


Correlazione e analisi rete acquedotto

. Le **segnalazioni provenienti dai noise logger** vengono inviate (come alert) alla **dashboard della mappa del rischio**.
Si procede poi con le attività di **ricerca perdite in campo** con strumenti acustici. Una volta che queste vengono individuate, si procede con r**iparazione** e viene direttamente aggiornato **l'indice di rottura** della tubazione oggetto di intervento.

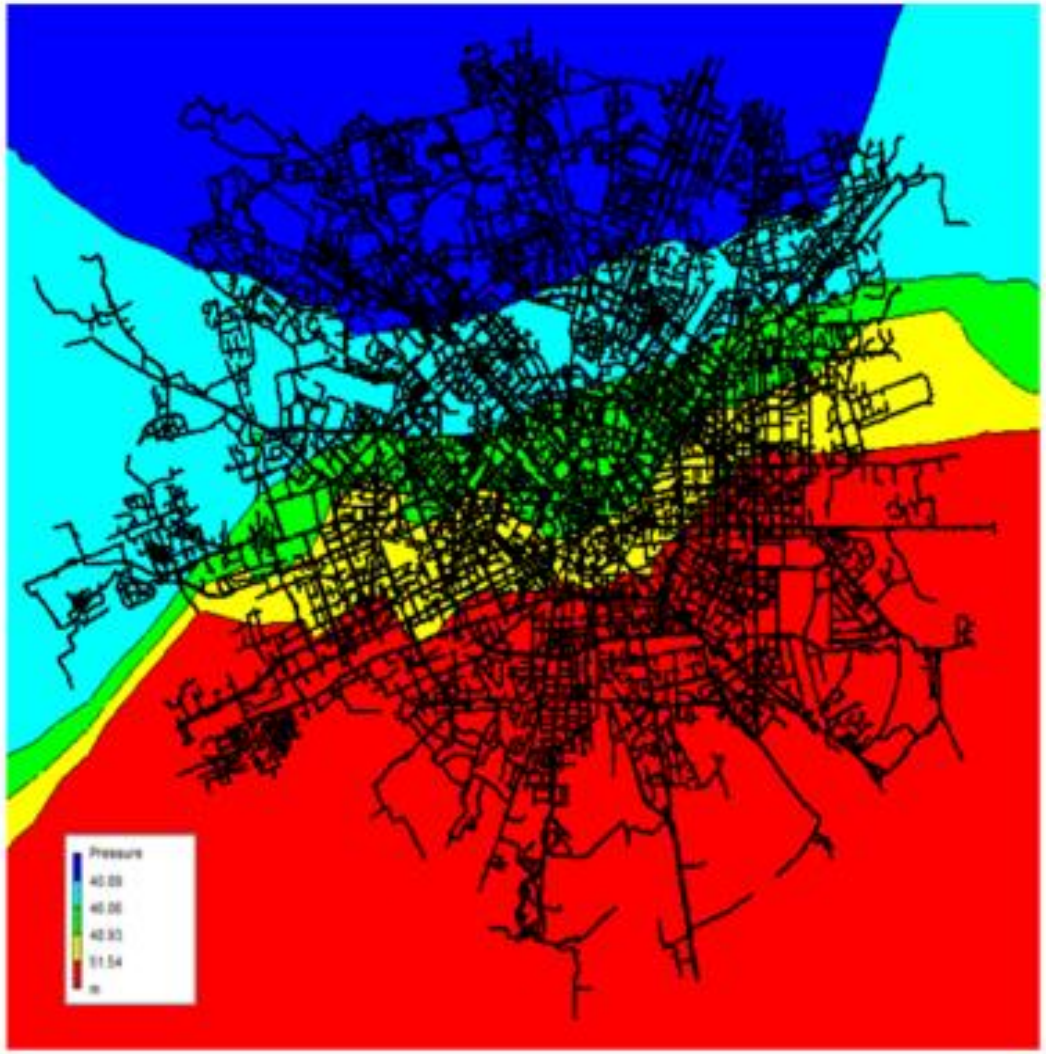


Ricezione segnalazione portale web gis



Aggiornamento **layer riparazioni**

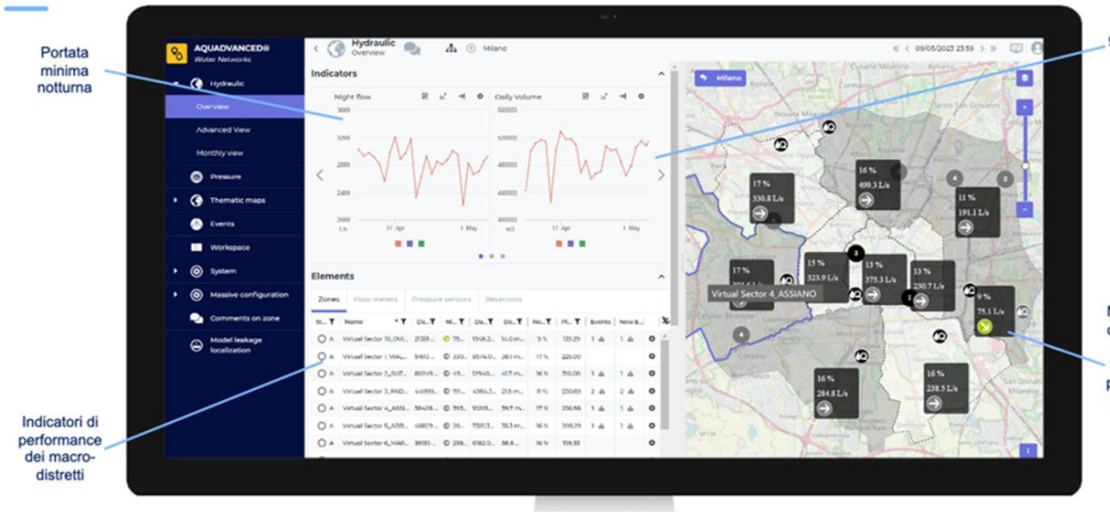
Il monitoraggio delle pressioni

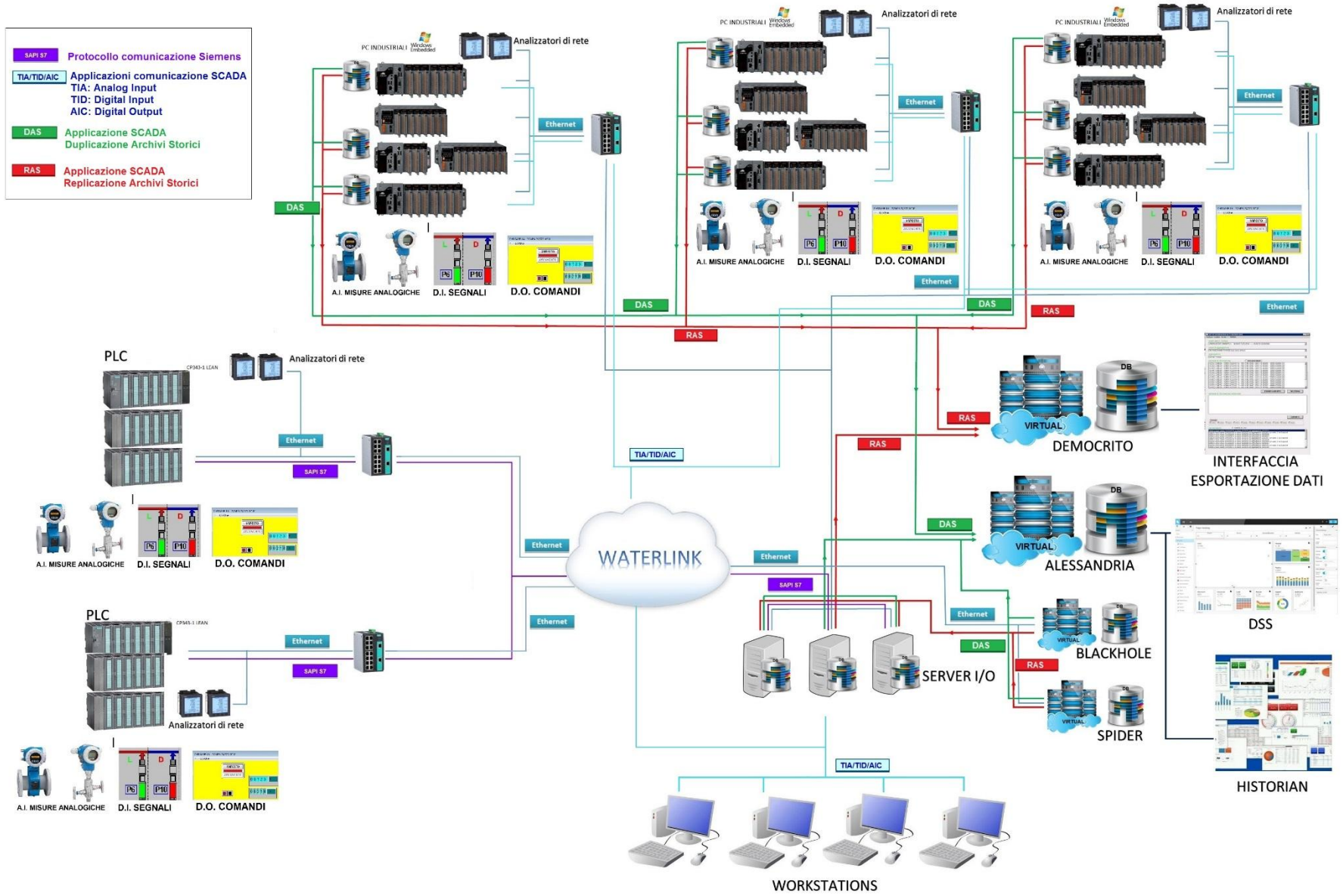


Struttura fisica della rete: **Gis**
Consumi: Allocazione dei consumi utenti ai nodi + collegamento con dati consumo **smart meters**
Misure:

- **28 misuratori di portata** in uscita centrali AP + **5 misuratori di portata** sulla linea di distrettualizzazione fisica PNNR con fibra ottica
- **313 misuratori di pressione** di cui:
- **186** con sim
- **42** ad Alta frequenza per transitori in rete con sim
- **83** con fibra ottica su impianti e rete

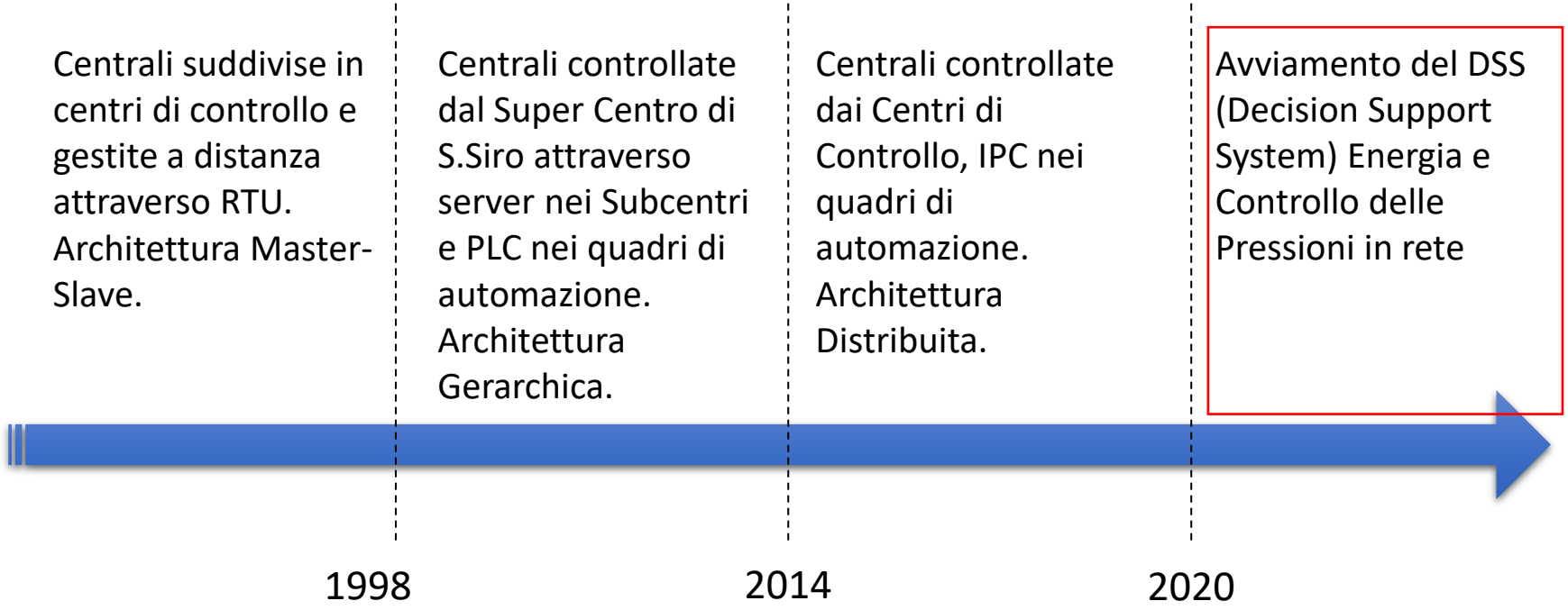
DSS PRESSIONI – PIATTAFORMA SOFTWARE



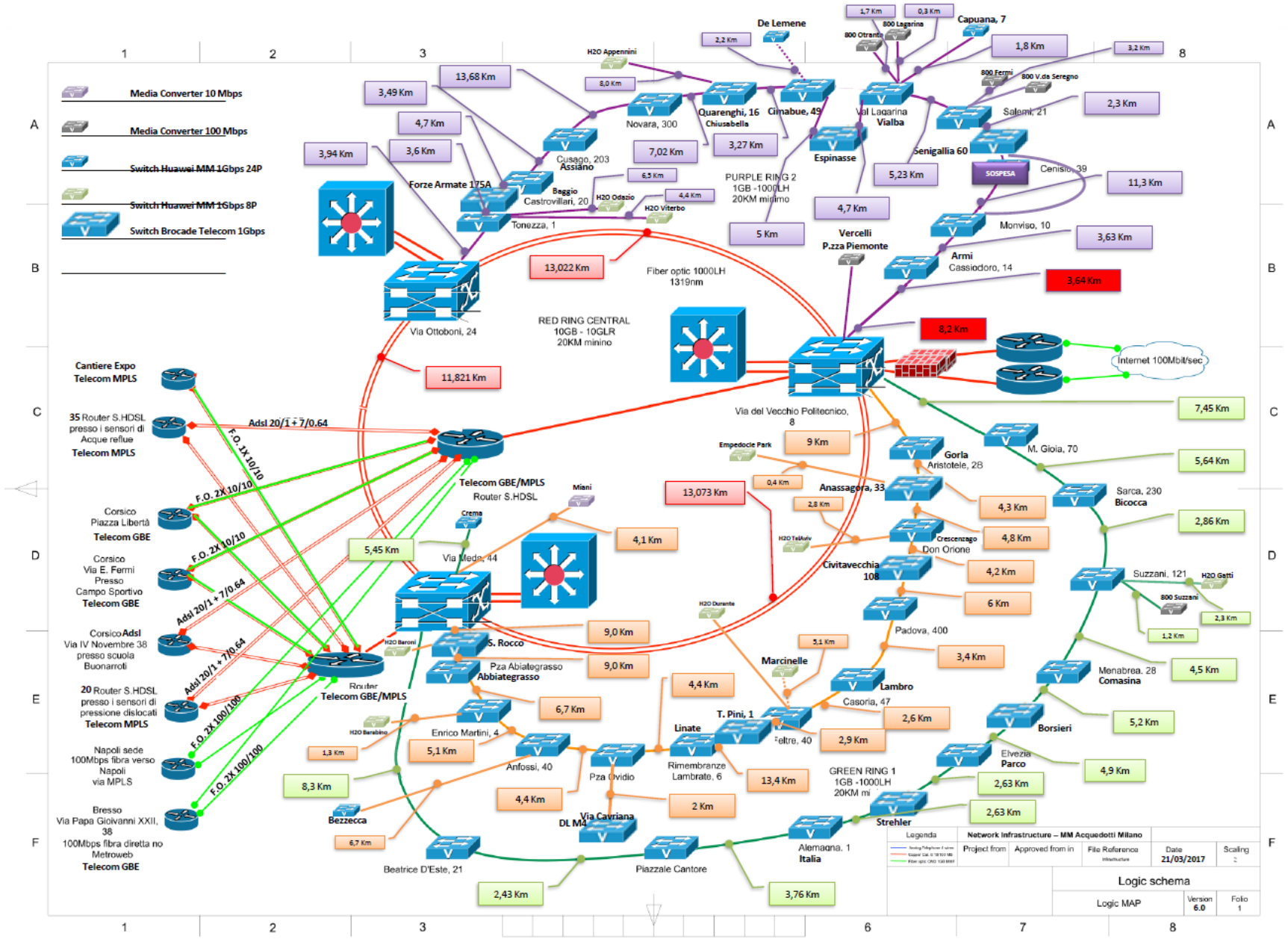

SAPI S7
Protocollo comunicazione Siemens
TIA/TID/AIC
Applicazioni comunicazione SCADA
TIA: Analog Input
TID: Digital Input
AIC: Digital Output
DAS
Applicazione SCADA
Duplicazione Archivi Storici
RAS
Applicazione SCADA
Replicazione Archivi Storici
PC INDUSTRIALI
Analizzatori di rete
Ethernet
A.I. MISURE ANALOGICHE
D.I. SEGNALI
D.O. COMANDI
PLC
WATERLINK
VIRTUAL
DB
DEMOCRITO
INTERFACCIA ESPORTAZIONE DATI
ALESSANDRIA
DSS
BLACKHOLE
SERVER I/O
SPIDER
HISTORIAN
WORKSTATIONS

Evoluzione del Sistema di Telecontrollo e Automazione dell'Acquedotto di Milano

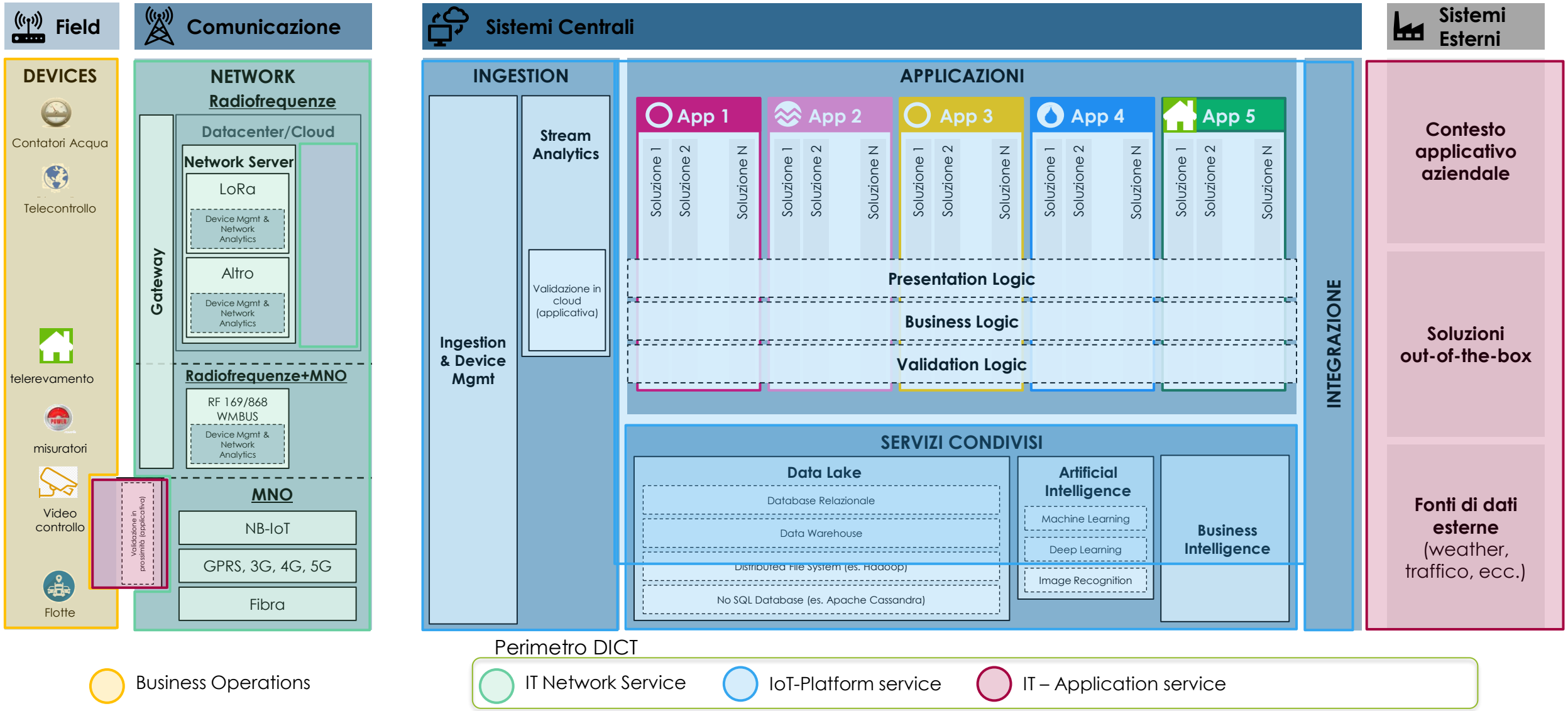
- Evoluzione del sistema di telemetria



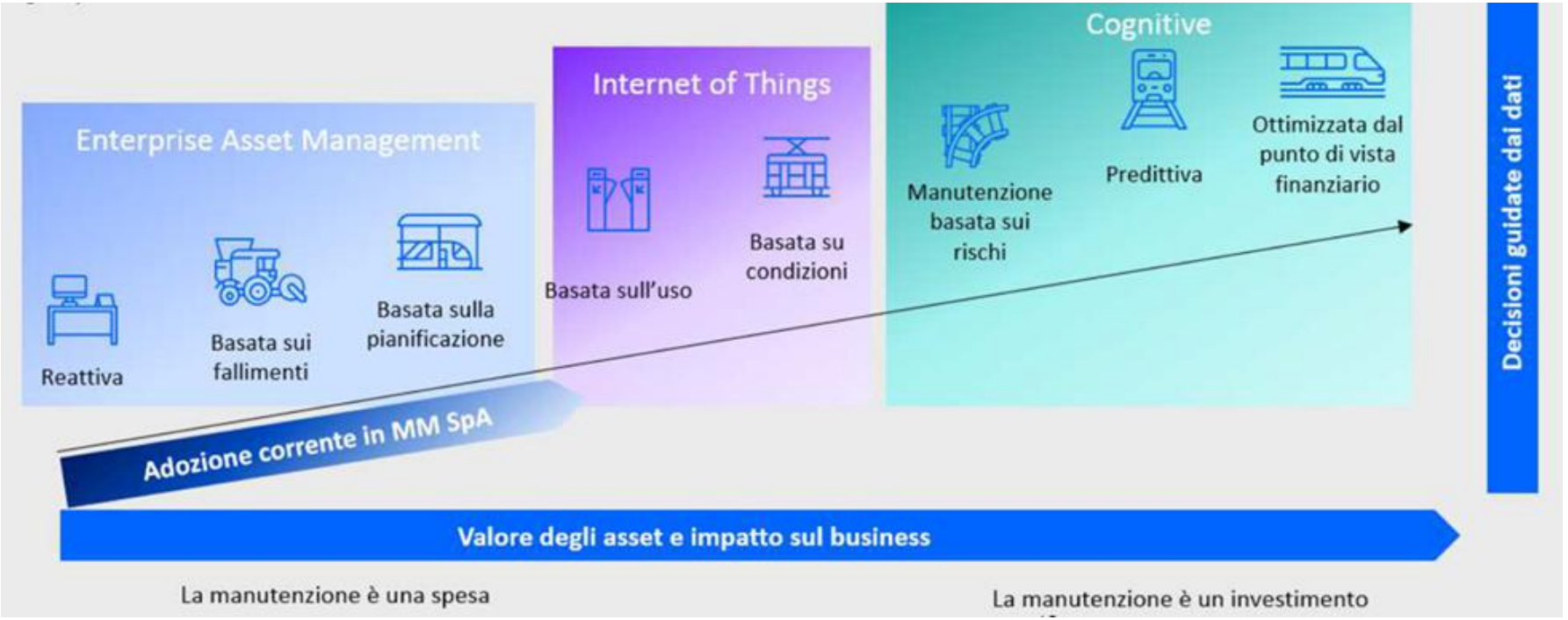
La rete in Fibra Ottica di MM a Milano

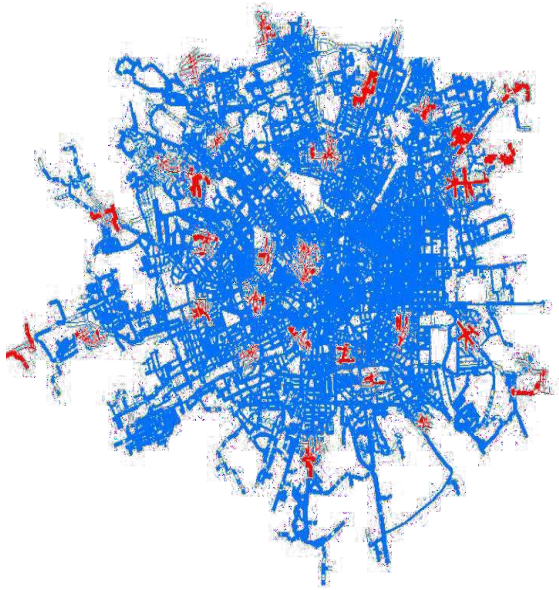


Piattaforma IoT – modello Governance



Piattaforma IoT e Manutenzione Predittiva

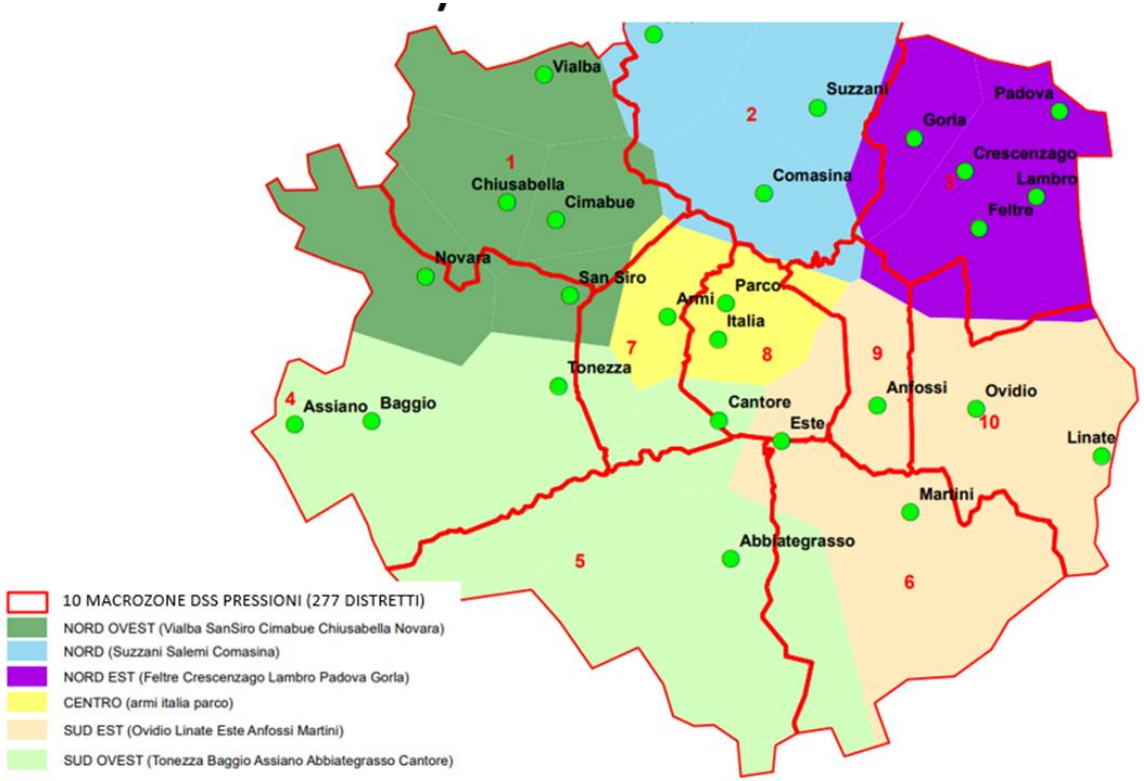




	Sistema Precedente	Sistema Attuale	Proiezione Futura
Interconnessioni Workstations	209	2124	4420
Interconnessioni Servers	4	153	200
Dispositivi CPU di Sistema	16	59	100
Segnali Totali	23379	42200	50000

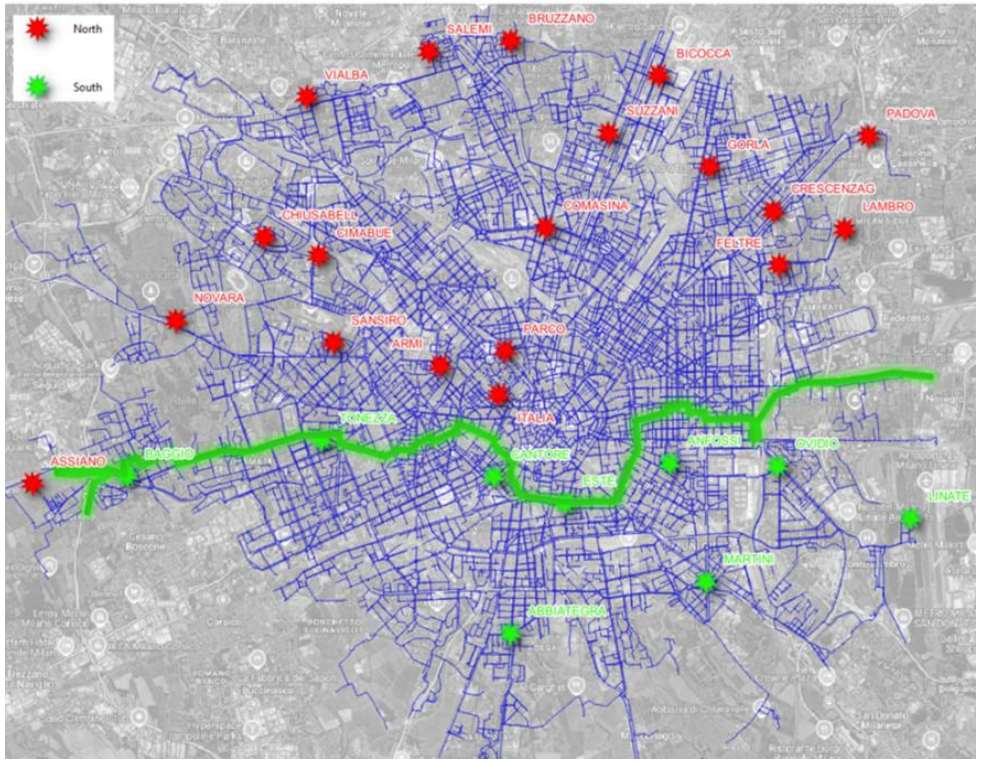
Il monitoraggio delle pressioni

La città è suddivisa in 10 macro-zone. Nel corso del 2025 è stata attuata la distrettualizzazione in 2 distretti fisici della rete che permette di regolare le pressioni in maniera più efficiente. Il distretto Nord prevede un numero di km pari a circa 1416 km mentre il distretto Sud ne prevede circa 684 km.



Le centrali di pompaggio vengono suddivise tra i 2 distretti, i pompaggi dovranno pertanto essere ricalcolati e calibrati in funzione del nuovo assetto.

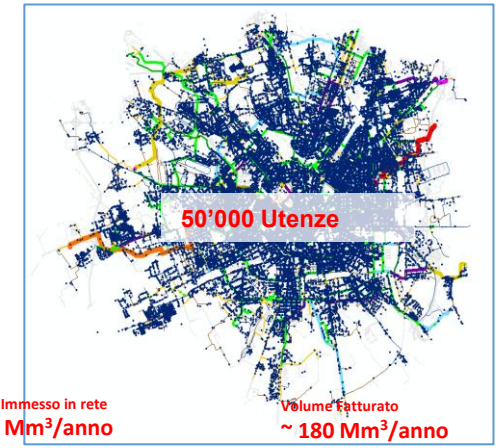
L'utilizzo del modello idraulico permette di prevedere eventuali variazioni di pressione (sia positive sia negative) e variazioni di velocità di flusso nelle tubazioni.



Il monitoraggio con Smart Meters

169 MHz – LoRaWAN: soluzione in grado di operare sia da Rete Fissa che Drive-By contemporaneamente per: RAGGIUNGIBILITA' conseguita a MILANO : 80%





NBIOT: soluzione in grado di operare incrementare la raggiugibilità da rete fissa: OBIETTIVO RAGGIUNGIBILITA' a MILANO : 95% .

83% contatori SMART da Rete Fissa
17% in Walk By – Drive By

73 % contatori SMART METERS con lettura certa – 10 % dato su contatori fluttuanti







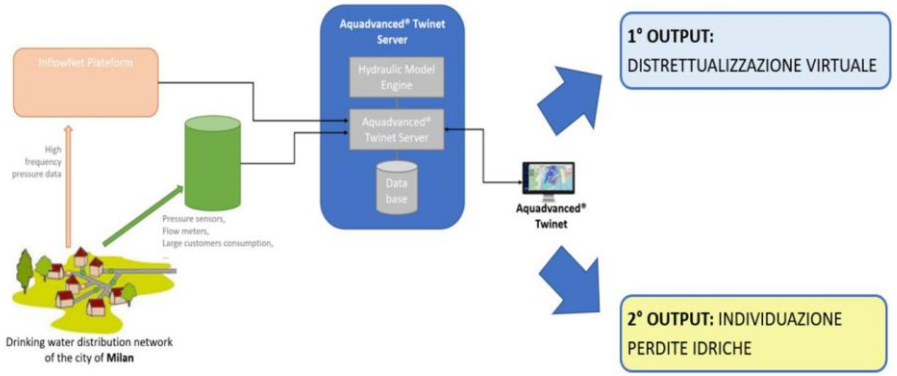
Digital twin della rete e perdite

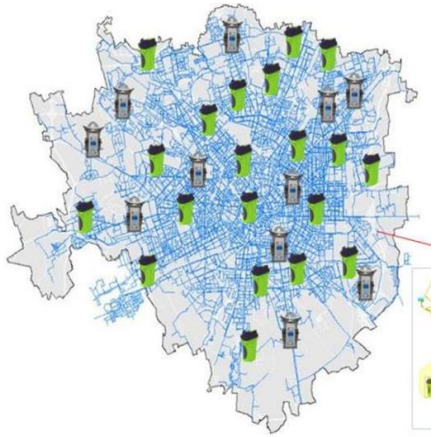
Software di monitoraggio delle pressioni e portate della rete idrica **Aqudavnced Water Network** integrato con il **modello di simulazione idraulica** al fine di realizzare modello gemello cosiddetto **TWIN NET** che consente la settorizzazione virtuale per il **rilevamento delle perdite**.

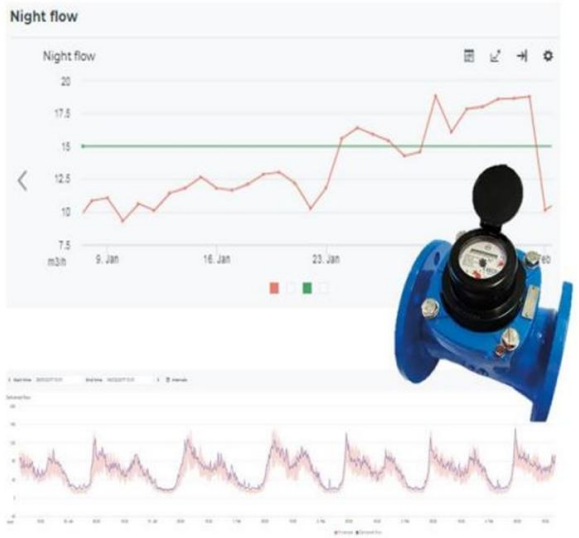
Il progetto prevede l'accoppiamento dei **modelli idraulici** con i **dati operativi** (SCADA, previsione della domanda / smart metering disponibili in MM) con modellazione idraulica continua all'interno della suite AQUADVANCED® Water Networks.

I gemelli digitali possono permettere una settorizzazione virtuale e fornire **il bilancio di massa**, **il rilevamento e la quantificazione e localizzazione delle perdite**, senza dover impostare una complessa distrettualizzazione fisica che implica l'installazione di valvole

L'**algoritmo** utilizzando un involucro dei dati (min e max) per i giorni successivi di **portata** consegnata, rileva le **anomalie**.

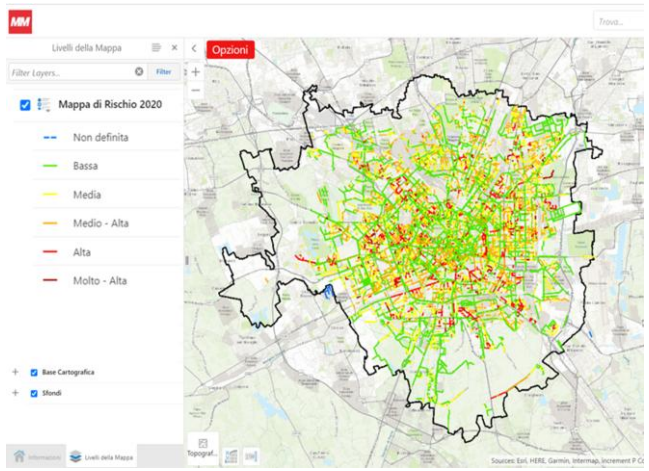




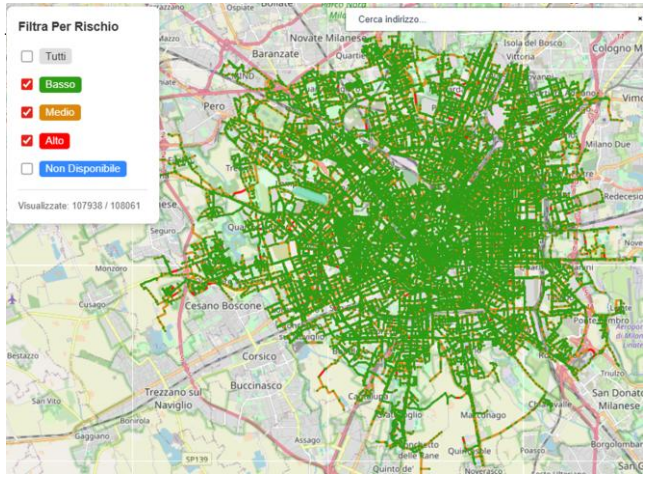


La sostituzione delle condotte

Modellazione **dal 2020** (dataset **riparazioni dal 2012**);
Assegnazione **indice rottura su area parziale della rete**;
Modellazione statica e non predittiva

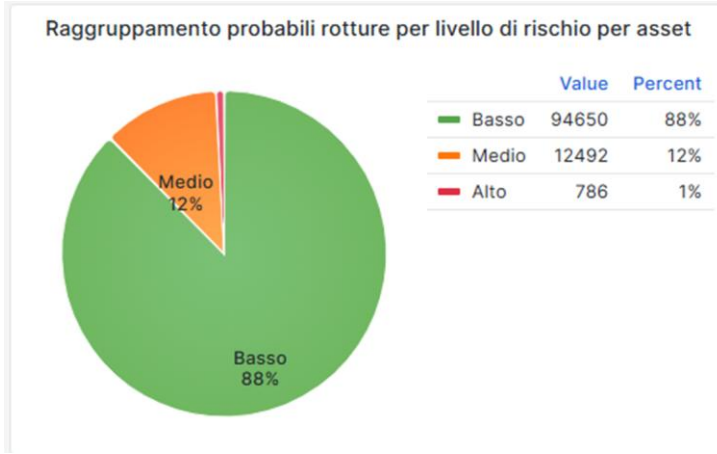


Dal 2025 Dataset riparazioni geolocalizzato su ciascun asset (in continuo aggiornamento);
Assegnazione **indice rottura su ciascuna tubazione della rete**;
Modellazione dati con algoritmo predittivo AI



Cruscotto tubazioni suddivise per **probabilità rottura** che si affianca alla **mappa del rischio** per definire la priorità di sostituzione delle condotte

.



La velocità e efficienza operativa nelle riparazioni

Interventi eseguiti con **squadre interne**.

Manutenzione in Pronto intervento INTERVENTI ESEGUITI NEL 2025

- CHIAMATE AL CALL CENTER N. 10.764
- CHIAMATE DI COMPETENZA N. 5.328
- SOPRALLUOGHI (per allacci e tubazioni) N. 1.637
- INTERVENTI SENZA SCAVO N. 882
- INTERVENTI CON SCAVO: N. 755

  Di cui
  - ✓Interventi per rotture su tubazioni di rete: N. 439
  - ✓Interventi manutenzione e riparazioni di rete N. 316

Manutenzione programmata INTERVENTI ESEGUITI NEL 2025

- RETE A.P.

Interventi propeudeutici per posa nuove tubazioni/risoluzione interferenze, posa derivazioni d'utenza, assistenze imprese esterne,

N. 695

- Interventi manutentivi sulla rete (spurghi, manovre, limitazioni, fontanelle, bocchettoni …): N. 3178

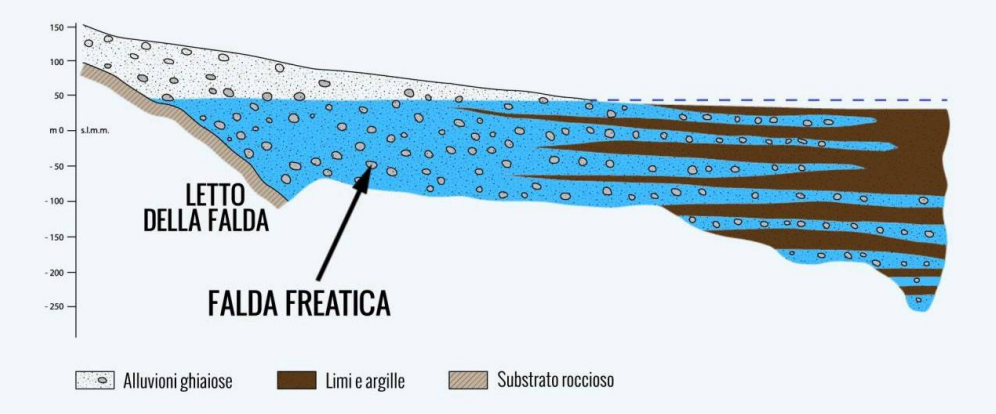
… è il **Capitale Umano** che fa la differenza con **interventi tempestivi** e senza accumulare anomalie in Rete, quotidiano e appassionato !!



La falda acquifera

In idrogeologia per **falda acquifera** (o **falda idrica**) si intende una zona di rocce permeabili dove è presente acqua in grado di fluire per effetto della forza di gravità. La parola falda, che deriva dal termine tedesco *falte* che vuol dire piega, indica un deposito idrico tra gli strati (pieghe) del terreno.

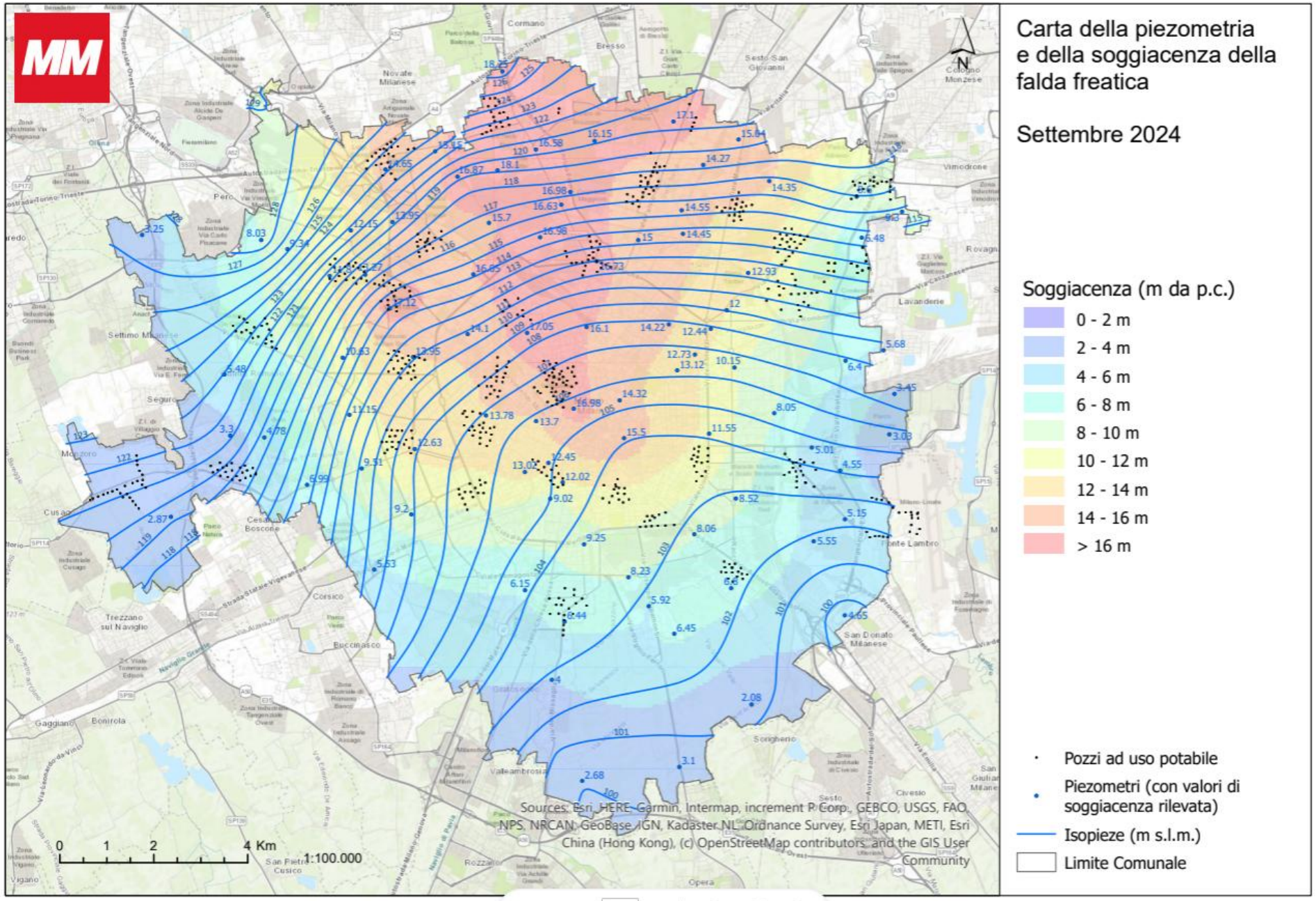
Soggiacenza: in una **falda** libera e' rappresentata dalla profondita' del livello della **falda** misurata in un pozzo o piezometro rispetto alla superficie del suolo; nella **falda** confinata la **soggiacenza** s'intende la profondita' del tetto dell'acquifero.



- **PRIMO ACQUIFERO**: costituito da sedimenti di elevata permeabilità (ghiaie e sabbie con frazioni subordinate di limi) con spessore dal piano campagna fino a 30 – 40 m di profondità contiene la falda più superficiale;

- **SECONDO ACQUIFERO**: costituito da sedimenti di medio-alta permeabilità (sabbie e ghiaie con frazioni fini e orizzonti di conglomerati e arenarie) lo spessore varia da 30 – 40 m fino a 100 m circa, la falda contenuta in questa unità si presenta libera o confinata perché spesso in collegamento con quella sovrastante;

- **TERZO ACQUIFERO**: costituito da sedimenti di medio-bassa permeabilità (limi e argille con livelli sabbiosi) ospita le falde profonde, si trova tra i 100 m fino a 200 m e oltre.


Carta della piezometria e della soggiacenza della falda freatica
Settembre 2024
Soggiacenza (m da p.c.)
0 - 2 m
2 - 4 m
4 - 6 m
6 - 8 m
8 - 10 m
10 - 12 m
12 - 14 m
14 - 16 m
> 16 m
Pozzi ad uso potabile
Piezometri (con valori di soggiacenza rilevata)
Isopieze (m s.l.m.)
Limite Comunale
N
0 1 2 4 Km
1:100.000
Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

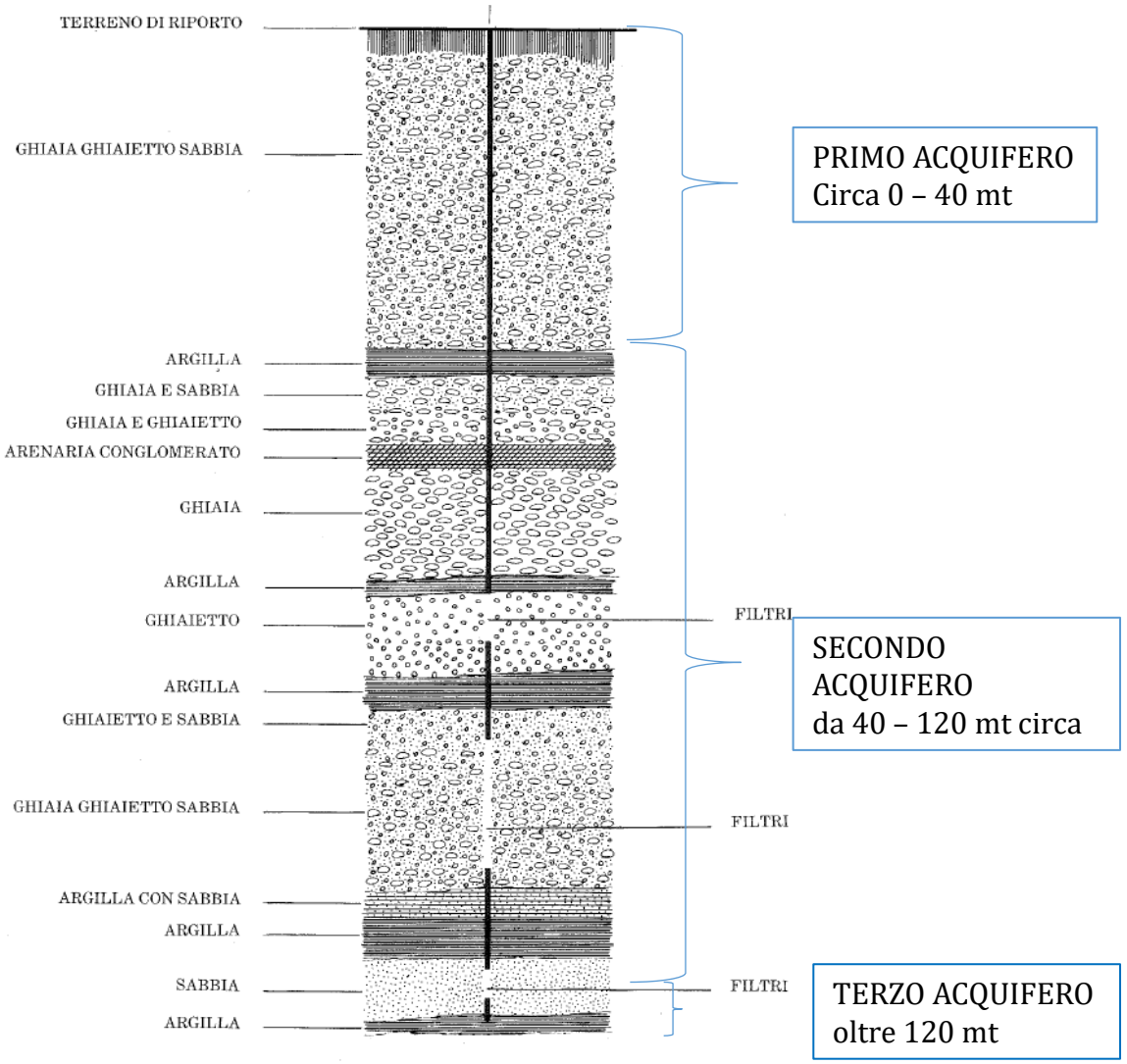
Il sottosuolo della Città di Milano

Il sottosuolo della Città di Milano è costituito da orizzonti permeabili (acquiferi) separati da orizzonti impermeabili (formazione geologica a bassa impermeabilità costituiti da limi e argille).

I POZZI DELL'ACQUEDOTTO ATTINGONO ACQUA PRINCIPALMENTE DAL SECONDO ACQUIFERO,

CON FILTRI POSIZIONATI AD UNA ALTEZZA COMPRESA TRA I 40 E I 100 METRI ALCUNI ,PIU' RECENTI,ATTINGONO ACQUA DAL SECONDO E TERZO ACQUIFERO

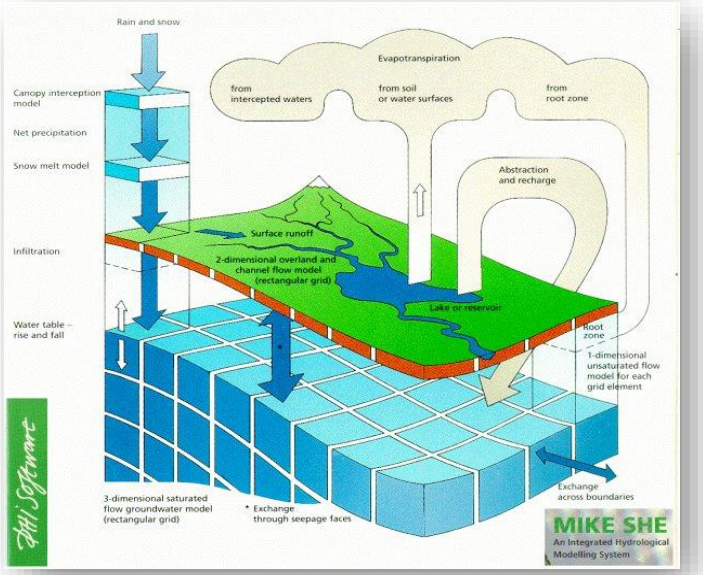


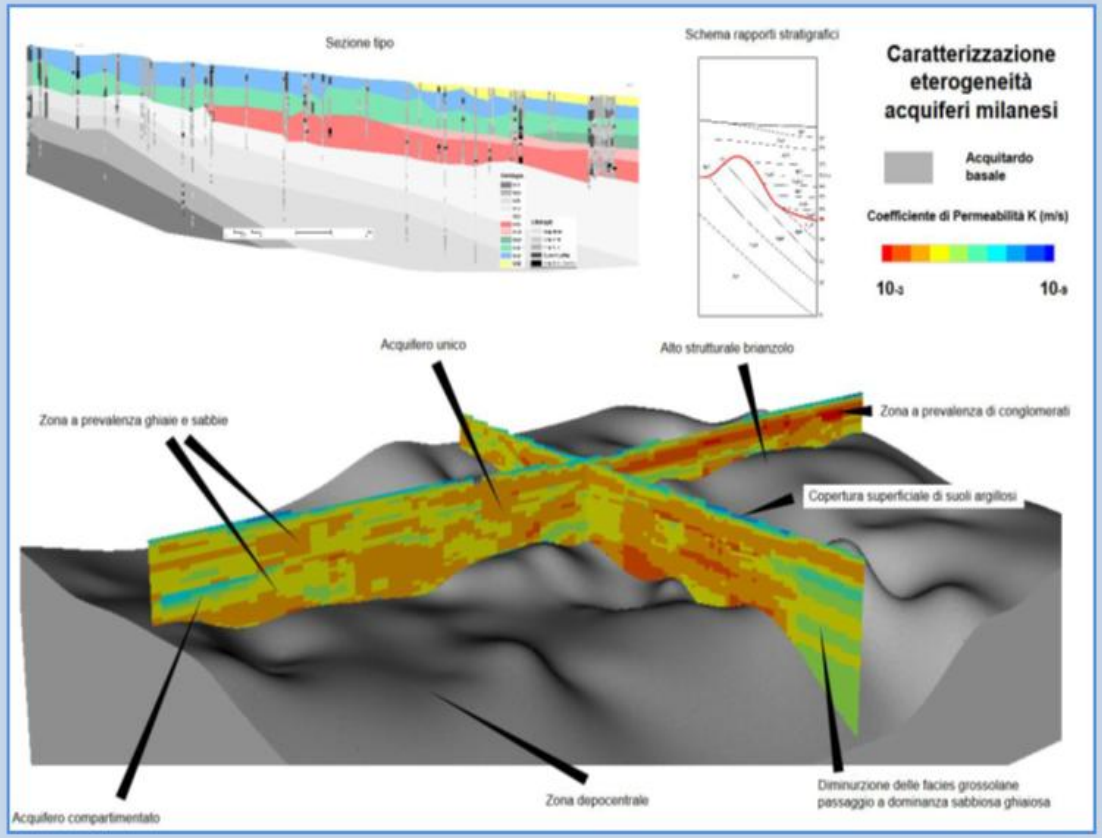


Distribuzione nel sottosuolo

- Modalità di rilascio e quantità rilasciate
- Caratteristiche chimiche e fisiche del contaminante
- Caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche del sottosuolo
- Variazioni idrologiche della falda

Modelli di flusso e trasporto





Il ruolo e l'approccio del laboratorio Water Safety Plan

Sicuramente un ruolo determinate è rappresentato dall'obbligo di attuazione del WSP (Piano di sicurezza dell'acqua). Non solo l'acqua diventa la protagonista ma tutta la sua filiera.



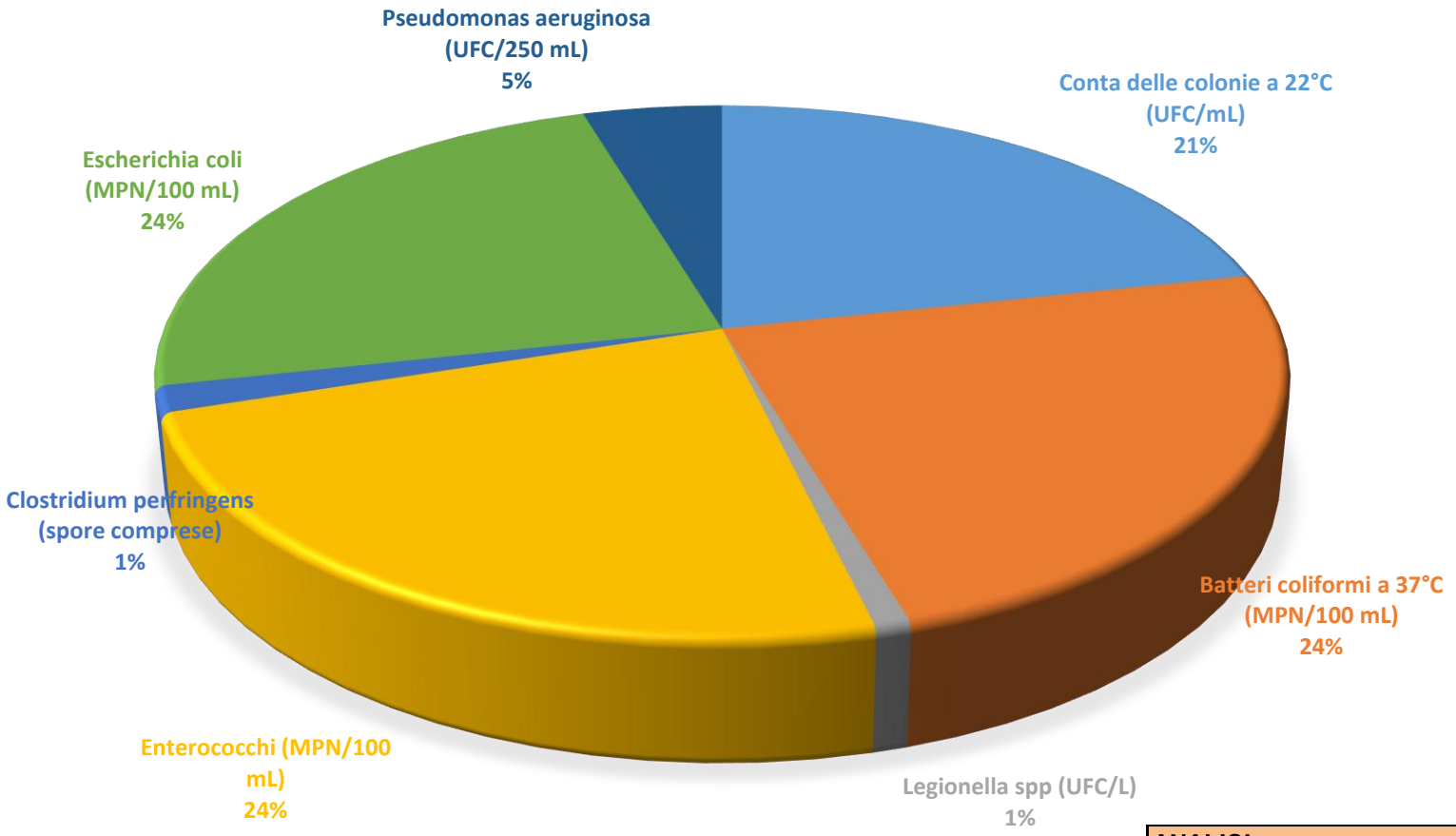




Approccio olistico che sposta l'attenzione dal **CONTROLLO RETROSPETTIVO** sulle acque distribuite, al **CONTROLLO PREVENTIVO** nella filiera idropotabile.

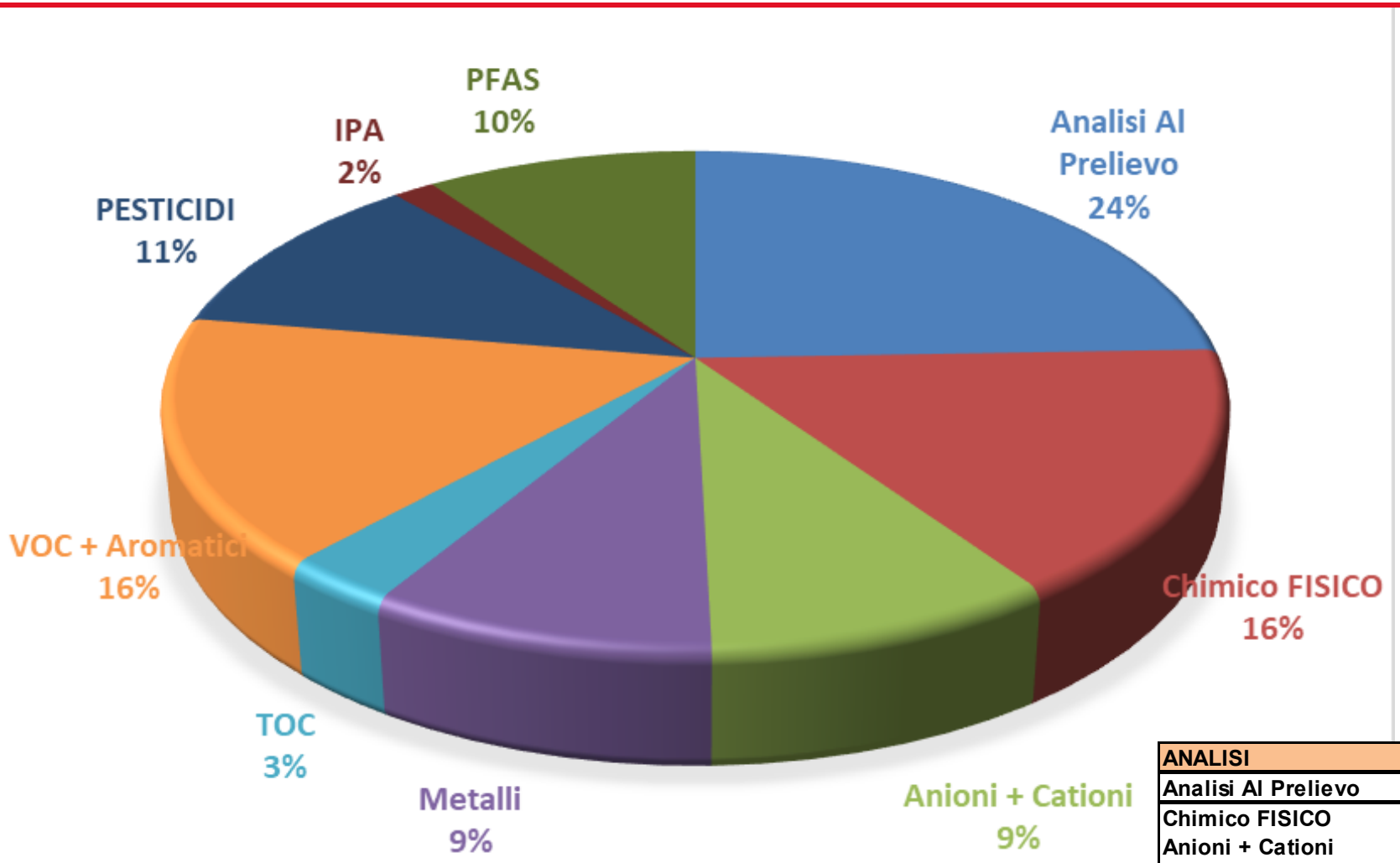
Attenta **ANALISI E GESTIONE DEL RISCHIO** eseguita per tutti i segmenti presenti all'interno della filiera idrica.

Numero Campioni/anno Microbiologici



ANALISI	CAMPIONI
Conta delle colonie a 22°C (UFC/mL)	2206
Batteri coliformi a 37°C (MPN/100 mL)	2424
Legionella spp (UFC/L)	90
Enterococchi (MPN/100 mL)	2424
Clostridium perfringens (spore comprese)	161
Escherichia coli (MPN/100 mL)	2424
Pseudomonas aeruginosa (UFC/250 mL)	475

Numero Campioni/anno chimici



ANALISI	CAMPIONI
Analisi Al Prelievo	3141
Chimico FISICO	2056
Anioni + Cationi	1178
Metalli	1168
TOC	387
VOC + Aromatici	2053
PESTICIDI	1428
IPA	192
PFAS	1254

Laboratorio AP



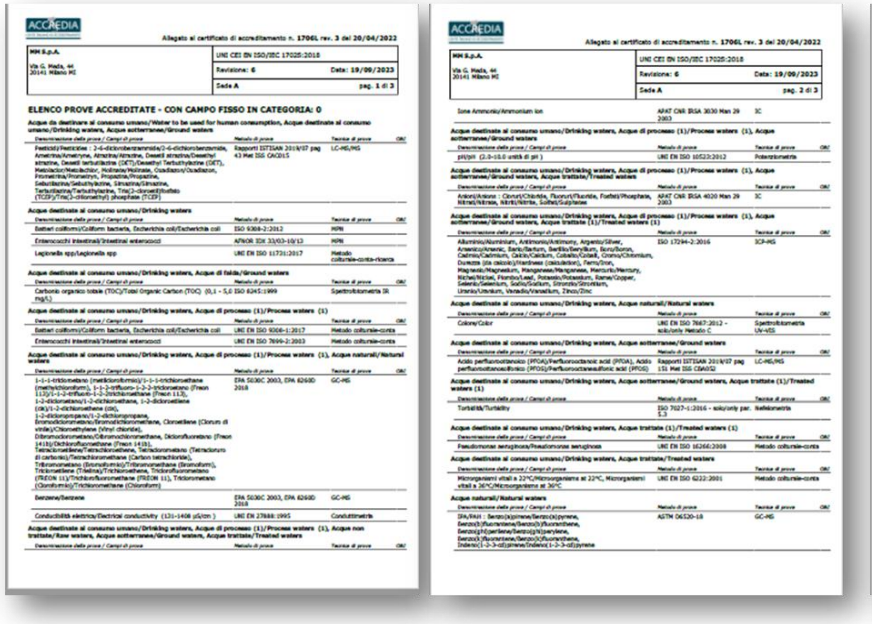
Informazioni Principali:

Laboratorio accreditato UNI CEI EN ISO 17025: 2018
n. parametri accreditati (2025): **89 (11 microbiologici e 78 chimici)**
Tecnici: 8 laureati (chimica, scienze ambientali; biologia; tossicologia)
1 perito chimico
Personale addetto ai prelievi: 5 dei quali 3 diplomati
Analisi come da Piano Campionamenti 2024 inviato ad ATS:
3604 campioni – 151559 parametri:
Analisi ingressi e uscite sistemi di trattamento anno 2024:
643 campioni – 25647 parametri
Controlli extra routine (tubazioni, utenti, ATS (fontanelle), progetto Horizon SafeCrew):
514 campioni – 7190 parametri

IL LABORATORIO…

MM S.p.A. ha un laboratorio che è in grado di analizzare tutti i parametri chimici e microbiologici previsti dalla legge.
L'acqua destinata al consumo umano potabile deve essere microbiologicamente conforme (non sterile) e contenere un quantitativo equilibrato di Sali, di metalli alcalini e alcalino terrosi e deve essere costantemente controllata

Certificazione n° 17025



La certificazione ISO 17025 indica che un laboratorio ha un sistema di gestione della qualità e competenze tecniche tali da garantire la validità e l'affidabilità dei suoi risultati.

MUNICIPIO 4

Comune di Milano



Le acque di Milano



mercoledì 7 ottobre 2026 ore 18:00 - 20:00

L'acqua potabile, un bene da gestire con grande cura

Casa di Quartiere - via Zante 36

Relatore: **Fabio Marelli - MM SpA**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Fabio Marelli : f.marelli@mmspa.eu